

CONTROLO DE QUALIDADE DE ALVENARIAS

Visão Comparativa entre Teoria e Prática

PEDRO IVO SERENO DE SOUSA DOS SANTOS PEIXOTO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

JULHO DE 2013

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446



miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440



feup@fe.up.pt



<http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2012/2013 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

À Mara e à memória do meu avô Luís

“Para ganhar conhecimento, adicione coisas todos os dias. Para ganhar sabedoria. Elimine coisas todos os dias.”

Lao-Tsé

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues, orientador deste trabalho de tese, por todo o apoio prestado, conhecimento transmitido e orientações dadas para que o rumo tomado fosse o mais acertado possível.

À Cinclus, por possibilitar as visitas realizadas à obra da Escola de Gestão do Porto.

À Mara por todo o amor e carinho demonstrado, sem os quais não conseguiria seguir este trajeto por vezes complicado mas nunca desinteressante e por toda a ajuda dada em certas partes deste trabalho de tese.

Aos meus pais, ao meu irmão e aos meus avós por todo o amor que me deram durante toda a minha vida e que me ajudaram a definir um projeto de vida.

A todos os meus amigos que me apoiaram e me ajudaram em algumas situações de dificuldade, não só aquando da realização deste trabalho de teses como também ao longo de todo o percurso académico.

Às restantes pessoas que direta ou indiretamente me ajudar a tornar-me na pessoa que hoje sou e da qual me orgulho.

RESUMO

A construção em Portugal passa por tempos bastante complicados que exigem uma grande contenção nos custos com implicações tanto na construção nova como na reabilitação. Por esta razão é muito importante que se garanta um controlo de qualidade superior ao que era levado a cabo pois nessa altura a falta de controlo permitia muitas vezes que erros fossem cometidos, sendo o seu sobrecusto bem absorvido pelo mercado. O controlo de qualidade ganha agora credibilidade exatamente para garantir uma melhoria significativa na construção reduzindo o número de erros nos empreendimentos evitando com isso custos adicionais que ultrapassam as margens com que actualmente a construção se confronta.

Neste trabalho o controlo de qualidade é abordado relativamente a alvenarias, são apresentadas as cronologias de procedimentos relativas a panos de alvenaria de diversos materiais e de diversos géneros, tais como paredes e muros, armados ou não. São também abordados os pontos particulares da execução dos panos de alvenaria.

Neste trabalho apresenta-se uma metodologia que as equipas de controlo de qualidade deverão implementar para um bom controlo da obra. Esta metodologia é bastante completa, dividindo-se em diversos momentos de controlo. Designa-se por teórica por ser uma metodologia que introduz um controlo baseado em todos os pormenores que influenciem a boa execução dos elementos de alvenaria. Esta metodologia implica um conjunto de documentos nos quais suportam as equipas de controlo de qualidade e que devem sempre ser adaptados à realidade da obra em causa. Esses documentos garantem a qualidade da obra nos diversos momentos de controlo, sendo estes a aprovação e receção de materiais e equipamentos e o controlo de execução.

Para além da metodologia teórica foi ainda elaborada uma metodologia simplificada. Embora esta metodologia obedeça à mesma estrutura da teórica visa simplificar a aplicação do sistema de controlo de qualidade em obra. Obviamente que o método teórico é o ideal, mas o método simplificado surge da ideia de que muitas equipas de controlo de qualidade não implementam um controlo no momento de execução dos panos de alvenaria por este implicar uma grande perda de tempo que poderia ser usado para controle outras tarefas. Esse controlo normalmente é apenas visual e portanto não adequado. O método simplificado incide na verificação apenas durante a execução de alguns aspectos que não poderão ser verificados posteriormente e na verificação dos restantes que podem após a execução dos panos.

É feita a comparação dos métodos apresentando as vantagens e desvantagens de cada um, bem como a explicação da sua aplicação a um empreendimento. É também explicado o âmbito em que os documentos foram aplicados para que estes tenham validação prática.

PALAVRAS-CHAVE: ALVENARIA, PANOS DE ALVENARIA, CONTROLO DE QUALIDADE, MOMENTOS DE CONTROLO, FICHAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE

ABSTRACT

Construction in Portugal goes through times quite complicated requiring a large containment costs with implications for both new construction and rehabilitation. For this reason it is very important to ensure a quality higher than it was carried out because the lack of control allowed that errors were committed, being its extra cost well absorbed by the market. Quality control is now gaining credibility precisely to ensure a significant improvement in decreasing the number of construction errors in the projects thereby avoiding additional costs beyond the margins that currently confronts construction.

Quality control is addressed in this thesis concerning masonry. Procedure chronologies are presented relating to various masonry panels materials and to different types, such as walls, armed or not. Are also addressed the particular issues of implementation of panels of masonry.

In this thesis we present a methodology that quality control teams should implement for a good control of the construction. This methodology is very complete, dividing into several moments of control. Is called theoretical methodology because it introduces a control based on all the details that influence the efficient execution of masonry elements. This methodology involves a set of documents that support quality control teams and should always be adapted to the reality of the work in question. These documents ensure the quality of work in the various moments of control, through approval and receipt of materials and equipment and through execution control.

In addition to the theoretical methodology it was also developed a simplified methodology. Although this methodology obeys the same structure as the theoretical methodology it aims to simplify the application of the quality control system on site. Obviously, the theoretical method is the ideal one, but the simplified method arises from the idea that many quality control teams does not implement a control at execution time for the panels of masonry because that involves a great loss of time that could be used to control other tasks. This control is usually just visual and therefore not suitable. The simplified method focuses only on verification during execution of some aspects that can't be verified later and on aspects that can be verified after the implementation of panels.

The comparison is made of the methods presented showing the advantages and disadvantages of each one, and explains the application of such to an enterprise. It is also explained the context in which the documents were applied to validate them.

KEYWORDS: MASONRY, MASONRY PANELS, QUALITY CONTROL, MOMENTS OF CONTROL, CONTROL COMPLIANCE SHEETS

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT.....	V

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.1.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO	1
1.1.2. ENQUADRAMENTO SOCIOCULTURAL.....	2
1.1.3. ENQUADRAMENTO ECONÓMICO	3
1.1.4. ENQUADRAMENTO TECNOLÓGICO.....	3
1.2. MOTIVAÇÕES PESSOAIS.....	3
1.3. ÂMBITO E OBJETIVOS.....	4
1.4. ORGANIZAÇÃO DA TESE	4
 2. Controlo de Conformidade.....	 7
2.1. SÍNTESE DO CONHECIMENTO.....	7
2.1.1. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO E CONTROLO DE CONFORMIDADE	7
2.1.2. ALVENARIAS	9
2.2. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE	10
2.3. SISTEMA PORTUGUÊS DE QUALIDADE.....	11
2.4. MARCAÇÃO CE.....	12
2.5. NORMAS ISO	13
2.6. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO	13
2.7. DEFINIÇÃO DE ENGENHARIA DE SERVIÇOS	14
2.8. TIPOS DE CONTRATAÇÃO E INTERVENIENTES DAS EQUIPAS DE FISCALIZAÇÃO DE OBRAS ..	14
2.9. ÁREAS FUNCIONAIS.....	15
2.9.1. ÁREA FUNCIONAL CONFORMIDADE	16
2.9.2. ÁREA FUNCIONAL ECONOMIA	17
2.9.3. ÁREA FUNCIONAL PLANEAMENTO	18
2.9.4. ÁREA FUNCIONAL INFORMAÇÃO/PROJETO.....	19
2.9.5. ÁREA FUNCIONAL LICENCIAMENTO/CONTRATO.....	21

2.9.6. ÁREA FUNCIONAL SEGURANÇA	21
2.9.7. ÁREA FUNCIONAL QUALIDADE.....	21

3. Materiais de Alvenaria 23

3.1. ALVENARIAS 23

3.1.1. DISPOSIÇÕES NORMATIVAS	23
3.1.2. TIJOLO CERÂMICO.....	25
3.1.3. TIJOLOS DE MADEIRA	27
3.1.4. TIJOLOS DE VIDRO	28
3.1.5. BLOCOS ACÚSTICOS	28
3.1.6. BLOCOS TÉRMICOS	29
3.1.7. BLOCOS DE GESSO	29
3.1.8. BLOCOS CELULARES AUTOCLAVADOS.....	30
3.1.9. BLOCOS SÍLICO-CALCÁRIOS	30
3.1.10. BLOCOS DE BETÃO.....	30
3.1.11. BLOCOS DE PEDRA	31
3.1.12. BLOCOS DE ADOBE	31

4. Elementos de Alvenaria 33

4.1. PANOS DE ALVENARIA 33

4.1.1. PAREDES SIMPLES	33
4.1.1.1. Paredes Simples de Tijolo ou Bloco.....	34
4.1.1.2. Parede Simples de Alvenaria de Pedra	37
4.1.1.3. Paredes Simples Armadas de Tijolo ou Bloco Maciço.....	38
4.1.1.4. Paredes Simples Armadas de Tijolo ou Bloco Não Maciço	39
4.1.2. PAREDES DUPLAS.....	40
4.1.2.1. Paredes Duplas de Tijolo ou Bloco	40
4.1.2.2. Paredes duplas de pedra e outro	44
4.1.3. MUROS EXTERIORES.....	45
4.1.3.1. Muros exteriores de tijolo ou bloco maciço	45
4.1.3.2. Muros Exteriores em Alvenaria de Tijolo ou Bloco Não Maciço	48
4.1.3.3. Muros Exteriores em Alvenaria de Pedra.....	49
4.1.4. MUROS DE CONTENÇÃO DE TERRAS	52

4.1.4.1. Muros de Contenção de Terras em Bloco de Pedra.....	53
4.1.5. PONTOS PARTICULARES.....	55
4.1.5.1. Assentamento dos Tijolos/Blocos e Juntas Verticais e Horizontais	55
4.1.5.2. Paredes Curvas.....	56
4.1.5.3. Cunhais	56
4.1.5.4. Dispositivos de Drenagem e Caixa de Ar	56
4.1.5.5. Padieiras e Caixas de Estore	57
4.1.5.6. Remates de Ombreiras e Peitoris	59
4.1.5.7. Estrutura de Travamento.....	60
4.1.5.8. Solidarização Entre os Panos em Paredes Duplas	60
4.1.5.9. Ligação do Pano de Alvenaria à Estrutura.....	61
4.1.5.10. Roços	61
4.1.5.11. Caixas de Incêndio.....	62

5. Controlo de Qualidade de Alvenarias..... 63

5.1. SISTEMA DE CONTROLO DE QUALIDADE DE ALVENARIAS 63

5.2. APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS PARA ALVENARIAS 64

5.2.1. APROVAÇÃO DE MATERIAIS PARA ALVENARIAS..... 65

5.2.2. RECEÇÃO DE MATERIAIS PARA ALVENARIAS..... 66

5.2.3. FARM..... 67

5.2.3.1. Cabeçalho

5.2.3.2. Identificação

5.2.3.3. Tipo de Tijolo ou Bloco..... 68

5.2.3.4. Aprovação do Material

5.2.3.5. Quadro de Atos

5.2.3.6. Informações de Receção e Transporte, Armazenagem e Integridade

5.2.3.7. Elementos de projecto onde se prevê o material ou componente..... 75

5.2.3.8. Autentificação..... 76

5.3. CONTROLO DA EXECUÇÃO DOS PANOS DE ALVENARIA E FCC 77

5.3.1. CABEÇALHO

5.3.2. IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA..... 79

5.3.3. QUADRO DE ATOS..... 80

5.3.4. TIPO DE TIJOLO OU BLOCO DO(S) PANO(S) 80

5.3.5. ELEMENTOS DE PROJETO	81
5.3.6. ABERTURAS EM TOSCO	82
5.3.7. OBJETO DE CONFORMIDADE	83
5.3.7.1. Mão de Obra.....	84
5.3.7.2. Equipamentos.....	84
5.3.7.3. Materiais	85
5.3.7.4. Tecnologia	86
5.3.8. AUTENTIFICAÇÃO	90
5.4. NÃO CONFORMIDADES	91
5.4.1. CABEÇALHO.....	91
5.4.2. IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA	91
5.4.3. NÃO CONFORMIDADE	92
5.4.4. CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE	93
5.4.5. AUTENTIFICAÇÃO	94
5.5. ALTERAÇÃO DE COMPONENTES E TAREFAS	95
5.5.1. CABEÇALHO.....	96
5.5.2. IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA	96
5.5.3. ALTERAÇÃO	96
5.5.4. ELEMENTOS DE PROJETO	97
5.5.5. AUTENTIFICAÇÃO	98

6. Método Simplificado de Controlo de Qualidade de Alvenarias

6.1. METODOLOGIA PROPOSTA PARA SIMPLIFICAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLO DE QUALIDADE	99
6.2. SISTEMA SIMPLIFICADO DE APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS	100
6.2.1. FARM SIMPLIFICADA	100
6.2.1.1. Cabeçalho, Identificação e Tipo de Tijolo ou Bloco	101
6.2.1.2. Aprovação de Materiais	101
6.2.1.3. Informações de Receção e Transporte, Armazenagem e Integridade	102
6.2.1.4. Elementos de Projeto	103
6.2.1.5. Observações e Autentificação	103
6.3. SISTEMA SIMPLIFICADO DE CONTROLO DE EXECUÇÃO DOS PANOS DE ALVENARIA	103
6.3.1. FCC SIMPLIFICADA	104

6.3.1.1. Cabeçalho	104
6.3.1.2. Identificação da Parede Exterior e Datas.....	104
6.3.1.3. Tipo de Tijolo ou Bloco do(s) Pano(s).....	105
6.3.1.4. Materiais	105
6.3.1.5. Objeto de Conformidade Tecnologia	105
6.3.1.6. Autentificação	107
6.4. NÃO CONFORMIDADES E ALTERAÇÃO DE COMPONENTES OU TAREFAS	107

7. Comparação dos Métodos Através da Aplicação Prática

7.1. APLICAÇÃO PRÁTICA DE FCC	109
7.1.1. EMPREENDIMENTO EM QUE FORAM APLICADAS AS FCC	109
7.1.2. ROTEIRO DE INSPEÇÃO	110
7.2. ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE CONTROLO DE QUALIDADE	121
7.2.1. APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS	121
7.2.2. CONTROLO DE EXECUÇÃO DE PANOS DE ALVENARIA	123
7.2.3. ANÁLISE GENERALIZADA ENTRE OS SISTEMAS DE CONTROLO DE QUALIDADE	125

8. Conclusões

8.1. RETROSPETIVA	127
8.2. CONCLUSÕES FINAIS.....	127
8.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	128

Bibliografia.....

Anexos.....

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG.1 – ESTRUTURA DO SISTEMA PORTUGUÊS DE QUALIDADE	11
FIG.2 – SÍMBOLO DE MARCAÇÃO CE [35]	12
FIG.3 – EXEMPLO DE MATRIZ DE ATRIBUIÇÕES [42].....	15
FIG.4 – ÁREAS FUNCIONAIS PARA GARANTIA DE QUALIDADE.....	16
FIG.5 – FLUXOGRAMA DE CIRCULAÇÃO DE INFORMAÇÃO EM OBRA [41]	20
FIG.6 – TIJOLO FURADO [73].....	26
FIG.7 – TIJOLO MACIÇO [74]	26
FIG.8 – TIJOLO REFRATÁRIO [75]	26
FIG.9 – TIJOLO PERFURADO [76].....	27
FIG.10 – TIJOLO TÉRMICO [77].....	27
FIG.11 – BLOCO CERÂMICO DE FURAÇÃO VERTICAL [78].....	27
FIG.12 – TIJOLO DE MADEIRA [79]	28
FIG.13 – TIJOLO DE VIDRO [80]	28
FIG.13 – BLOCO ACÚSTICO [81]	29
FIG.14 – BLOCO DE TÉRMICO [82].....	29
FIG.15 – BLOCOS DE GESSO [83].....	29
FIG.16 – BLOCO CELULAR AUTOCLAVADO [84]	30
FIG.17 – BLOCO SÍLICO-CALCÁRIO [85].....	30
FIG.18 – BLOCOS DE BETÃO [86]	31
FIG.19 – PERPIANHO DE GRANITO [87]	31
FIG.20 – BLOCOS DE ADOBE [88]	32
FIG.21 – PAREDE SIMPLES [89].....	37
FIG.22 – PAREDE DUPLA [90].....	44
FIG.23 – MURO DE TIJOLO MACIÇO [91]	46
FIG.24 – MURO DE TIJOLO FURADO [92].....	49
FIG.25 – MURO DE BLOCOS DE BETÃO [93]	49
FIG.26 – MURO DE PEDRA COM REVESTIMENTO [94].....	51
FIG.27 – MURO DE CONTENÇÃO EM ALVENARIA DE PEDRA [95]	53
FIG. 28 – JUNTAS DE ARGAMASSA NUM PANO DE ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO	55
FIG. 29 – CUNHAL.....	56
FIG.31 – PADIEIRA EM MADEIRA [96].....	57

FIG.32 – PADIEIRA COM BLOCOS EM U E ARMADURA [97]	57
FIG.33 – CAIXA DE ESTORE [98]	58
FIG.34 – PEITORIL.....	59
FIG.35 – PILARES DE TRAVAMENTO.....	60
FIG.36 – EXEMPLO DE GRAMPO DE SOLIDARIZAÇÃO ENTRE PANOS DE ALVENARIA [99].....	60
FIG.37- EXEMPLO DE FERRAGEM DE SOLIDARIZAÇÃO ENTRE PANO E ESTRUTURA	61
FIG.38- EXEMPLO DE ROÇO EM PAREDE DE TIJOLO CERÂMICO [100]	62
FIG.39- EXEMPLO DE CAIXA DE INCÊNDIO COM ROÇO PARA TUBAGEM	62
FIG.40- DOCUMENTOS DO SISTEMA DE CONTROLO DE QUALIDADE TEÓRICO PROPOSTO (VER ANEXOS)	64
FIG.41 – CABEÇALHO (FARM)	68
FIG.42- IDENTIFICAÇÃO (FARM).....	68
FIG.43- TIPO DE TIJOLO OU BLOCO (FARM)	69
FIG.44 - APROVAÇÃO DO MATERIAL (FARM)	70
FIG.45- QUADRO DE ATOS (FARM)	71
FIG.46- INFORMAÇÕES DE RECEÇÃO E TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E INTEGRIDADE (FARM).....	72
FIG.47- INFORMAÇÕES DE RECEÇÃO E TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E INTEGRIDADE (FARM SEM CE).....	75
FIG.48- ELEMENTOS DE PROJECTO ONDE SE PREVÊ O MATERIAL OU COMPONENTE (FARM)	76
FIG.49- AUTENTIFICAÇÃO (FARM)	77
FIG.50- CABEÇALHO (FCC).....	78
FIG.51- IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA (FCC).....	79
FIG.52- QUADRO DE ATOS (FCC).....	80
FIG.53- TIPO DE TIJOLO OU BLOCO DO(S) PANOS (FCC)	81
FIG.54- ELEMENTOS DE PROJETO (FCC).....	82
FIG.55- ABERTURAS EM TOSCO (FCC)	83
FIG.56- MÃO DE OBRA (FCC)	84
FIG.57- EQUIPAMENTOS (FCC)	85
FIG.58- MATERIAIS (FCC).....	86
FIG.59- CONDIÇÕES PRÉVIAS (FCC)	87
FIG.60- PARTE DAS CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO (FCC).....	88
FIG.61- CONDIÇÕES POSTERIORES (FCC).....	89
FIG.62- AUTENTIFICAÇÃO (FCC)	90
FIG.63- CABEÇALHO (FCCNC)	91
FIG.65- CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE (FCCNC)	94

FIG.66- AUTENTIFICAÇÃO (FCCNC).....	95
FIG.67- CABEÇALHO (FACT)	96
FIG.68- IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA (FACT)	96
FIG.69- ALTERAÇÃO (FACT).....	97
FIG.70- ELEMENTOS DE PROJETO (FACT).....	98
FIG.71- AUTENTIFICAÇÃO (FACT)	98
FIG.72- DOCUMENTOS DO SISTEMA DE CONTROLO DE QUALIDADE SIMPLIFICADO PROPOSTO (VER ANEXOS)	100
FIG.73- CABEÇALHO, IDENTIFICAÇÃO E TIPO DE TIJOLO OU BLOCO (FARM SIMPLIFICADA)	101
FIG.74- APROVAÇÃO DE MATERIAIS (FARM SIMPLIFICADA).....	102
FIG.75 - INFORMAÇÕES DE RECEÇÃO E TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E INTEGRIDADE (FARM SIMPLIFICADA)	102
FIG.76 – ELEMENTOS DE PROJECTO (FARM SIMPLIFICADA).....	103
FIG. 77 – OBSERVAÇÕES E AUTENTIFICAÇÃO (FARM SIMPLIFICADA)	103
FIG.78 – CABEÇALHO (FCC SIMPLIFICADA)	104
FIG.79 - IDENTIFICAÇÃO DA PAREDE EXTERIOR E DATAS (FCC SIMPLIFICADA)	104
FIG.80 – TIPO DE TIJOLO OU BLOCOS DO(S) PANO(S) (FCC SIMPLIFICADA)	105
FIG.81 – MATERIAIS (FCC SIMPLIFICADA)	105
FIG.82 – OBJETO DE CONFORMIDADE TECNOLOGIA (FCC SIMPLIFICADA)	106
FIG.83 – AUTENTIFICAÇÃO (FCC SIMPLIFICADA).....	107
FIG.84-IMAGEM GOOGLE EARTH	109
FIG.85. – PREENCHIMENTO DE DOCUMENTOS EM OBRA.....	110
FIG.86 – FOTO PAREDE PI36A	111
FIG.89 – PREENCHIMENTO DO QUADRO DE ATOS FCC TEÓRICA	112
FIG.90 – PREENCHIMENTO DO TIPO DE TIJOLO OU BLOCO FCC TEÓRICA	113
FIG.91- PREENCHIMENTO DE ELEMENTOS DE PROJETO FCC TEÓRICA	113
FIG.92- PREENCHIMENTO DAS ABERTURAS EM TOSCO FCC TEÓRICA.....	114
FIG.93 – PREENCHIMENTO MÃO DE OBRA FCC TEÓRICA	114
FIG.94- PREENCHIMENTO DE EQUIPAMENTOS FCC TEÓRICA.....	115
FIG.95- PREENCHIMENTO DE MATERIAIS FCC TEÓRICA	115
FIG.97- PREENCHIMENTO DE CONDIÇÕES PRÉVIAS FCC TEÓRICA	116
FIG.99- PREENCHIMENTO DE CONDIÇÕES DE POSTERIORES FCC TEÓRICA	117
FIG.100- PREENCHIMENTO DE OBSERVAÇÕES FCC TEÓRICA.....	117
FIG.101- PREENCHIMENTO DE AUTENTIFICAÇÃO FCC TEÓRICA.....	118

FIG.102- PREENCHIMENTO DE CABEÇALHO FCC SIMPLIFICADA	118
FIG.104- PREENCHIMENTO DE TIPO DE TIJOLO OU BLOCO FCC SIMPLIFICADA	118
FIG.106- PREENCHIMENTO DE CONDIÇÕES PRÉVIAS FCC SIMPLIFICADA	119
FIG.106- PREENCHIMENTO DE CONDIÇÕES EXECUÇÃO FCC SIMPLIFICADA.....	120
FIG.106- PREENCHIMENTO DE OBSERVAÇÕES FCC SIMPLIFICADA.....	120
FIG.107- FOTO PAREDE PI42A	121

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

DTU - Document Technique Unifié

QIC - Qualidade e Inovação na Construção

PIB - Produto Interno Bruto

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

MIEC - Mestrado Integrado em Engenharia Civil

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

IST - Instituto Superior Técnico

ASQ - American Society for Quality

FARM - Ficha de Aprovação e Receção de Materiais

FCC - Ficha de Controlo de Conformidade

FCCNC - Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades

FACT - Ficha de Alteração de Componentes ou Tarefas

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

1.1.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

A construção sempre foi muito importante para a civilização. Desde o império romano que existe a necessidade de controlar o processo construtivo. Isto porque nesta época a construção evoluiu bastante. No entanto, o controlo de qualidade como o conhecemos hoje não existia. O controlo era tipicamente de policiamento. Esta evolução no período referido não foi igualada nos períodos seguintes. Isto levou também a falta de evolução e desenvolvimento dos processos e métodos de controlo de qualidade. Isto, em conjunto com o facto de as soluções construtivas não serem muito avançadas, levou a que a actividade de controlo de qualidade não tivesse um peso preponderante na atividade da construção, para além de que havia também uma maior fiabilidade das construções. As construções tinham um período de vida mais alargado e acarretavam custos muito menores para manutenção.

Com o evoluir das tecnologias a partir da revolução industrial, a atividade da construção civil teve necessariamente de se adaptar, o que muitas vezes não era fácil dado o elevado ritmo a que essa evolução se verificava. O controlo de qualidade era inicialmente de inspecção, existindo elementos especializados que verificavam se existiam problemas na construção. Só por volta de 1970 é que surgiu a noção de fiscalização em Portugal. A principal alteração foi o facto de o controlo tentar prevenir os problemas. No entanto o desenvolvimento do controlo de qualidade ou de fiscalização apenas aconteceu na década de 1990 com o investimento em empreendimentos que envolviam custos e tecnologias muito elevados. Hoje em dia o controlo de qualidade é feito por equipas estruturadas que têm um conjunto de ferramentas que lhes garantem um controlo eficaz. A atividade destas equipas de controlo de qualidade baseia-se muito nestas ferramentas, as quais têm por isso de ser muito versáteis e adaptadas a diferentes exigências e situações. Estas ferramentas foram desenvolvidas ao longo dos anos como resposta ao desenvolvimento do sector da construção civil, permitindo aumentar a qualidade e garantir a conformidade entre o projeto e a obra. Estas ferramentas são documentos que auxiliam as equipas de controlo de qualidade durante as várias fases em que um material ou componente está envolvido, sendo elas a aprovação, a receção e a execução. Os documentos são apresentados mais à frente neste trabalho, sendo designados por Fichas de Aprovação e Receção de Materiais, Fichas de Controlo de Conformidade, Fichas de Controlo e Correção de Não Conformidades e Fichas de Alteração de Componentes ou Tarefas. Obviamente que estas ferramentas sofrerão alterações tal como os processos construtivos, levando assim que a atividade das equipas de controlo de qualidade tenham sempre um papel preponderante em todo o processo. A alteração mais atual é a utilização de aparelhos electrónicos, de elevada facilidade de transporte, tal como *Tablets*,

para preenchimento das fichas necessárias, tendo como vantagens não acumular papel, ter uma boa organização de documentos e ter as informações de projeto disponíveis com toda a facilidade.

1.1.2. ENQUADRAMENTO SOCIOCULTURAL

Atualmente, a construção Portuguesa sofre de falta de especialização. De facto, o setor é afectado pela renovação constante de trabalhadores, os quais não ficam, em grande parte, ligados durante o tempo suficiente. Isto aliado ao espírito que muitas vezes é verificado nos operários, de realizarem as tarefas sem grande empenho nem se preocuparem com a qualidade final, pode ser desastroso para um empreendimento. Este comportamento leva a que as construções necessitem de intervenções num período de tempo mais curto que o que seria esperado caso tudo tivesse sido executado em conformidade com o projetado.

Os empreiteiros apresentam muitas vezes atitudes que se vêm a demonstrar danosas para o empreendimento, as quais se podem dever a uma grande variedade de fatores, sendo as principais a ambição desmedida por maximizar o lucro e ainda, o facto de a empresa se encontrar em dificuldades financeiras.

A equipa de controlo de qualidade é por isso uma entidade muito importante na construção, sendo que ao garantir a conformidade das soluções executadas com as soluções projetadas, acaba também por ser uma garantia para o Dono de Obra na medida em que este obtém o que realmente tinha encomendado, limitando os desvios orçamentais. Obviamente que estes desvios podem existir devido a erros, omissões, trabalhos a mais e trabalhos extra, não podendo a equipa de fiscalização assumir previamente que existirão desvios associados a uma predisposição danosa por parte dos empreiteiros. A atividade de fiscalização ou de controlo de qualidade foca-se sobretudo em atos pontuais de fiscalização não sendo uma atividade de policiamento. Isto leva a que a fiscalização não acompanhe a totalidade do processo, o que poderá obviamente, permitir que erros construtivos não sejam identificados. Há no entanto que entender que as equipas de controlo de qualidade teriam uma tarefa hercúlea em mãos se acompanhassem todo o processo, acabando até por não ser vantajoso dado que os erros acabam por ser residuais com atos pontuais de fiscalização. Caso os erros ou falhas ocorram, a fiscalização não poderá ser responsabilizada, salvo se estiver previsto em contrato que tal aconteça, dado que a entidade responsável pela execução da obra é também responsável por construir com a qualidade prevista.

As alvenarias são muito utilizadas na construção civil em Portugal. Por esta razão deveria ser levado a cabo um controlo de qualidade adequado à importância que este componente tem. Só desta forma se podem evitar os já erros cometidos ou futuros erros. Mas na grande maioria dos casos isto não acontece. O que acontece na realidade é que as alvenarias são desprezadas no que toca ao controlo, principalmente na sua aplicação, isto porque as equipas de controlo de qualidade estão mais focadas em componentes e materiais constituintes das estruturas. Traz isto alguma vantagem? Não. De facto, problemas relacionados com a estrutura poderão trazer custo adicionais muito elevados. Mas a construção das estruturas raramente apresenta problemas. O que acontece é que a metodologia de execução destas está bem implementada na grande maioria das empresas, levando à consequente boa realização dos trabalhos. As alvenarias, por seu lado, não são bem executadas na maioria das vezes apresentando erros diversos. Por esta razão a realização dos panos de alvenaria deve ser considerada uma tarefa de risco. De facto as construções de panos de alvenaria podem trazer muitas complicações, principalmente em casos de soluções pouco correntes. As empresas de construção que levam a cabo a realização de panos de alvenaria são por norma mais pequenas. Isto aliado à falta de especialização leva a que o processo de execução desses mesmos panos seja muitas das vezes inadequada. Erros que

se prendem com a má execução de panos de alvenaria podem ter um desvio orçamental o qual deve ser tido em conta previamente. A melhor forma de reduzir os custos provenientes de má execução é realizar um controlo pormenorizado de todos os processos que envolvam alvenaria. Não se quer com isto afirmar que se deva reduzir o controlo feito à execução de estruturas. O que se afirma é que a equipa de controlo de qualidade deve garantir um controlo igualitário em todas as fases da obra e para todos os processos de construção.

1.1.3. ENQUADRAMENTO ECONÓMICO

A conjuntura económica atual faz com que Portugal atravesse, como se sabe, um período de crise que acarreta um elevado nível de austeridade, a qual põe em risco a sustentabilidade do setor da construção civil. Por esta razão é essencial reduzir para o mínimo os custos de falta de qualidade e reparação. O ambiente recessivo leva à necessidade de produzir mais com menos recursos. As equipas de controlo de qualidade têm um papel importante na otimização do sector da construção, limitando o número de anomalias que poderiam surgir. Também é necessário garantir que, tal como já foi referido, os desvios orçamentais não sejam consideráveis dado que este fator pode levar a interrupções das construções. O controlo de qualidade tem por isso um papel muito importante para a economia nacional, num setor que tem um peso no PIB de cerca 5% nos últimos anos. Este valor já rondou os 10%, mas no entanto, o valor atual continua a ter uma elevada importância. Para além da legislação que prevê a obrigatoriedade da existência de uma equipa de controlo de qualidade em obra, também os resultados obtidos em construções com estas mesmas equipas integradas levam a uma elevada aceitação desta área de atividade, fazendo com que a mesma esteja implementada no mercado com sucesso.

1.1.4. ENQUADRAMENTO TECNOLÓGICO

As novas tecnologias trazem consigo o pensamento de que não é necessário haver um controlo tão apertado e rigoroso, mas a realidade é exactamente oposta a esta, dado que os funcionários têm cada vez menos especialização, não se conseguindo adaptar devido ao ritmo a que a tecnologia evolui. Isto é válido tanto para equipamento e tecnologias, como também para os processos construtivos. Também por estas razões, acrescendo a todas as outras já enunciadas, o controlo de qualidade é de facto muito importante no setor da construção civil.

1.2. MOTIVAÇÕES PESSOAIS

A escolha deste tema deveu-se, principalmente, à crescente importância que o controlo de qualidade tem na indústria da construção, não só em Portugal como também nos restantes países desenvolvidos, embora nos restantes países o tipo de controlo de qualidade levado a cabo seja bastante distinto do português. Isto advém do facto de, actualmente, a construção passar por uma fase de refinamento, na qual se deverão reduzir os desperdícios, as não conformidades, as patologias e respectivos custos. Para isto é necessário melhorar constantemente os processos e metodologias utilizadas para garantia de qualidade e conformidade. Sendo este o campo de intervenção da fiscalização, verifica-se facilmente que esta é uma área de actividade que representa uma boa oportunidade de progressão de carreira.

O interesse por esta área foi desenvolvido durante a frequência da Unidade Curricular de Fiscalização de Obras do MIEC da FEUP. Este mesmo interesse deve-se às atividades levadas a cabo pelas equipas de fiscalização e sua respectiva importância. Foi nesta Unidade Curricular que foram lecionados os

procedimentos utilizados pelas equipas de controlo de qualidade da actualidade, sendo esses mesmos procedimentos fruto de desenvolvimento e aperfeiçoamento constantes.

Também foi bastante relevante, para a escolha deste tema, o facto do país atravessar um mau momento e necessitar de maior controlo e contenção dos gastos. Como se sabe, a indústria da construção civil tem um peso muito alto no PIB Português, o que leva a que a fiscalização seja um elemento com uma contribuição muito importante, pois ajuda a reduzir os custos das construções novas e levando a que sejam necessárias menos intervenções no futuro.

O facto deste trabalho de dissertação incidir sobre alvenarias deve-se ao facto destes elementos serem muito aplicados nas construções e por isso serem essenciais para a prática profissional na área do controlo de qualidade e da execução. Além disso são normalmente desprezados no que toca ao controlo de execução levando a possíveis problemas. A intenção foi tentar chegar a um sistema ou metodologia que permita uma aplicação fácil e eficaz e que possa ser aplicado na grande maioria dos empreendimentos que integrem elementos de alvenaria. Também a complexidade e variedade destes elementos influenciou a escolha da aplicação do sistema de controlo de qualidade a apresentar.

1.3. ÂMBITO E OBJETIVOS

A presente dissertação tem como objectivo principal pormenorizar as metodologias de controlo de qualidade aplicadas a alvenarias. No entanto, entre a teoria e a prática existem muitas vezes diferenças enormes, as quais são aqui alvo de estudo com o intuito de entender quais os pontos positivos e negativos de ambos. Desta forma pretende chegar-se a um equilíbrio que permita que o processo para além de ser simplificado para usar em obra seja abrangente o suficiente para permitir que o controlo de qualidade seja levado a cabo correctamente. O principal ponto de incidência é a elaboração de uma base de dados que permita esse mesmo controlo de qualidade. Essa base de dados é depois aplicada a documentos, os quais são elaborados seguindo os princípios teóricos leccionados na Unidade Curricular de Fiscalização de Obras. Também se seguiram princípios práticos, os quais foram sendo obtidos com consulta de profissionais da área, não por ligação direta a esta tese, mas por consulta e visita a empreendimentos em construção, levando assim a documentos simplificados e que poderão ser aplicados com maior rapidez e facilidade.

Os documentos apresentados neste trabalho visam apoiar as equipas de controlo de qualidade, desde a receção e aprovação dos materiais que entram em obra, até ao controlo de conformidade da execução dos elementos em causa, incluindo alterações e não conformidades. Para que seja possível proceder à correta execução dos documentos em causa é necessário que se conheçam os processos construtivos, os materiais e os equipamentos necessários para a realização de cada uma das tarefas para que seja possível proceder ao controlo de qualidade de uma forma eficaz e fundamentada. No entanto, só serão apresentados os documentos e ferramentas que sejam necessários para garantir a conformidade, mesmo que os outros sejam necessários para o correto funcionamento das equipas de controlo de conformidade. Para que a elaboração dos documentos seja levada a cabo de uma forma integrada e para que seja possível entender o contexto dos documentos e metodologias utilizados é necessário definir o conceito de fiscalização ou controlo de qualidade e identificar os seus intervenientes. Serão ainda apresentadas as principais referências normativas aplicáveis ao controlo de qualidade.

1.4. ORGANIZAÇÃO DA TESE

Esta dissertação é dividida em 8 capítulos, sendo feita em seguida a explicação do conteúdo de cada um deles.

O primeiro capítulo faz uma breve introdução ao controlo de qualidade enquadrando-a na sociedade e cultura portuguesas e no seu contexto histórico, económico e tecnológico. Com isto é possível entender porque razões a atividade de controlo de qualidade de obras é tão necessária na atualidade. Para além deste enquadramento é exposto neste mesmo capítulo o objectivo e o âmbito da presente dissertação, para além da explanação dos motivos pessoais que levaram à escolha do tema em causa. Encontra-se também inserida neste capítulo a explicação da organização da tese apresentada.

O segundo capítulo incide sobre o tema qualidade. O primeiro subcapítulo aborda o estado do conhecimento do controlo de qualidade, não só em Portugal, como em alguns países em que a abordagem é distinta, e ainda, o estado de conhecimento sobre alvenarias e elementos compostos por estas. Depois aborda-se a qualidade. A abordagem é feita começando pela definição de qualidade, bem como dos sistemas de garantia e marcações, como a CE, que garantem essa mesma qualidade. Isto tem importância nesta dissertação, dado que o controlo de qualidade é exatamente o ponto de incidência principal deste. Neste mesmo capítulo é, ainda, feita uma explicação dos procedimentos, que segundo a Unidade Curricular de Fiscalização de Obras do MIEC da FEUP, as equipas de fiscalização devem seguir, não só no que toca à qualidade de tarefas, mas também à gestão da informação e de pessoal entre outros.

No terceiro capítulo estudam-se os tipos de materiais para alvenarias existentes para que se conheça a tecnologia envolvida. A abordagem é feita tendo em conta as principais características e suas possíveis aplicações. É também feita uma pequena referência à legislação existente, não sendo uma abordagem muito profunda porque não se está a estudar o comportamento das alvenarias, mas apenas o modo de execução dos panos de alvenaria para depois se poder fazer o controlo de qualidade adequado.

No quarto capítulo estudam-se os panos de alvenaria de diferentes tipos. Abordam-se as paredes simples e duplas, armadas e não armadas e muros exteriores e de suporte. São discriminados os procedimentos necessários para a execução destes através de cronologias de procedimentos. São ainda feitas neste capítulo referências aos pontos particulares dos panos de alvenaria.

O quinto capítulo é relativo ao sistema de controlo de qualidade teórico referente a alvenarias, desde a aprovação e receção dos materiais até à execução dos panos em causa. É também explicado o modo de procedimento da equipa de controlo de qualidade aquando da ocorrência de uma não conformidade.

O sexto capítulo tem como objectivo fazer a apresentação do sistema de controlo de qualidade simplificado, também ele relativo a alvenarias. Este sistema é uma proposta apresentada neste trabalho de tese que tem o intuito de simplificar a implementação do sistema de controlo de qualidade. Este sistema é tão válido como o teórico mas não tão completo. Isto porque se pretende que seja fácil de aplicar pelas equipas de controlo de qualidade que não implementam o sistema de controlo de qualidade, sendo também uma alternativa para as equipas que o implementam.

No sétimo capítulo é feita a apresentação da obra em que os documentos relativos ao controlo de execução foram aplicados. Em seguida é feita uma análise comparativa entre os dois sistemas de controlo de qualidade, sendo apresentados os pontos fortes e fracos de cada um. Esta análise é feita tendo em conta o preenchimento realizado.

No oitavo e último capítulo são apresentadas as conclusões tiradas deste trabalho. Aqui são analisadas as diferentes partes deste e vistos os pontos principais e mais relevantes do controlo de qualidade. São ainda referidos possíveis desenvolvimentos futuros.

2

Controlo de Conformidade

2.1. SÍNTESE DO CONHECIMENTO

Este subcapítulo apresenta uma síntese do conhecimento acerca da qualidade e controlo de qualidade na construção e ainda de alvenarias, dando para isso a conhecer congressos, artigos de revistas científicas, outros trabalhos de dissertação e legislação existente. Muita da informação disponível não é relativa a Portugal, o que torna mais árdua a tarefa da sua compreensão dado que nos restantes países o conceito de fiscalização não existe. O que existe são metodologias de controlo de qualidade e gestão desta, os quais são feitos por entidades distintas das equipas de fiscalização, designadas neste trabalho por equipas de controlo de qualidade. Em muitos dos países as equipas que controlam a qualidade das obras podem até pertencer à entidade executante, ou seja, ao empreiteiro.

2.1.1. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO E CONTROLO DE CONFORMIDADE

O LNEC foi o responsável pelo congresso QIC 2006 [1], o qual teve como objectivo abordar a qualidade e inovação na construção em Portugal e levar assim a que o dinamismo deste setor aumentasse. Em termos de qualidade foram abordados os instrumentos de carácter obrigatório bem como os de carácter voluntário. De principal relevo para o tema em estudo neste trabalho de dissertação é o facto de neste congresso se ter abordado a problemática da garantia de qualidade ao longo de todas as fases de construção de um empreendimento.

A American Society for Quality ASQ leva anualmente a cabo o congresso World Conference on Quality and Improvement [2], o qual visa abordar a temática qualidade. A 40ª edição foi relativa à qualidade na construção nos Estados Unidos da América. Nesta conferência foi discutido o declínio de qualidade da indústria da construção neste mesmo país. Foi apresentado um programa de gestão e controlo da qualidade desenvolvido pela empresa Corning Fiberglass Corporation.

No Reino Unido a gestão de qualidade é feita por profissionais próprios que são contratados única e exclusivamente para esta tarefa. Este tipo de controlo designa-se por “Construction Survey” e é feito em todo o tipo de empreendimentos.

A Lei nº31/2009 [3] estabelece a qualificação profissional exigível aos técnicos responsáveis pela elaboração e subscrição de projectos, pela fiscalização de obra e pela direcção de obra, que não esteja sujeita a legislação especial, e os deveres que lhes são aplicáveis.

A Lei apresentada anteriormente encontra-se ainda em vigor, mas no entanto não é a mais útil em termos de definição das funções dos intervenientes na construção. Para isso deve consultar-se o Decreto-Lei nº59/99 [4], o qual define quem são os intervenientes na construção e quais são as suas

funções. Isto embora este documento tenha já sido revogado. É particularmente relevante no que toca à fiscalização. No Artigo 178º é referido que a nomeação de um fiscal de obras para chefiar, no caso de existir mais que um representante da equipa de fiscalização, deve ser feita pelo Dono de Obra. É ainda definida a função que a equipa de fiscalização tem de ser a solucionadora de eventuais problemas ou questões que possam surgir vindas da parte do empreiteiro. Esta última afirmação está em seguida apresentada. Já no Artigo nº 179 são referidos outros agentes de fiscalização, ou seja, agentes de fiscalização de outras entidades. O Artigo 180º define as funções que uma equipa de fiscalização tem como obrigatórias, estando estas funções ligadas ao facto de incumbir à fiscalização vigiar e verificar o exato cumprimento do projeto e as suas alterações. No Artigo 181º é feita a explicação das funções da fiscalização no caso de empreitadas por percentagem. O Artigo 182º é referente aos modos de atuação da fiscalização e o Artigo 183º trata das reclamações contra ordens referidas. Já o Artigo 184º explana os procedimentos em caso de falta de cumprimento de ordens.

O tema da fiscalização é abordado com grande pormenor nos apontamentos da Unidade Curricular de Fiscalização de Obras do Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, expondo a metodologia proposta e demonstrando os intervenientes, as responsabilidades e os documentos a ter em conta.

O tema de tese abordado é diferente de todos os outros já realizados. No entanto, existem outras teses com alguns pontos em comum na medida em que são referentes ao controlo de qualidade na construção. Existe por isso algum interesse nessas mesmas teses, embora nesta trabalho se abordem as alvenarias e as divergências entre o que a teoria refere como sendo o ideal e o que é realmente aplicado nas construções portuguesas. As teses a que foi possível ter acesso, deste mesmo tema, são as seguintes:

- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Plano de Controlo de Conformidade para a Atividade de Betonagem de Elementos Estruturais” da autoria de André Gonçalo Veiga Lousinha, tendo sido arguida em Julho de 2008; [5]
- “Metodologia da Fiscalização em Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Coberturas” da autoria de Ana Sofia da Silva Borges, tendo sido arguida em Fevereiro de 2008; [6]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Chaminés” da autoria de Ângela Cristina Fonseca Pinto, tendo sido arguida em Julho de 2011; [7]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Estruturas Metálicas” da autoria de Cristina Teixeira Claro, tendo sido arguida em Julho de 2009; [8]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Fachadas” da autoria de Maria Pereira Peixoto, tendo sido arguida em Fevereiro de 2008; [9]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade em Instalação de Pré-Esforço de Torres de Aerogeradores” da autoria de Nuno Filipe Almeida Oliveira, tendo sido arguida em Julho de 2010; [10]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade em Instalações Hidráulicas de Edifícios” da autoria de Xavier Cunha Alves, tendo sido arguida em Janeiro de 2010; [11]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Instalações de Redes de Gás” da autoria de Telmo Pedro Pereira Cardoso, tendo sido arguida em Julho de 2011; [12]

- “Metodologia dos Processos de Fiscalização – Redes Públicas Hidráulicas” da autoria de Rui Filipe Salvado Ancede Freitas, tendo sido arguida em Julho de 2009; [13]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Revestimento Exterior” da autoria de Joel Enes Rodrigues, tendo sido arguida em Julho de 2010; [14]
- “Metodologia dos Processos de Fiscalização – Revestimentos Cerâmicos” da autoria de Diana Filipa Fernandes Dantas, tendo sido arguida em Junho de 2009; [15]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de tetos Falsos” da autoria de Igor Manuel Lopes Mateus, tendo sido arguida em Fevereiro de 2010; [16]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Vãos Exteriores” da autoria de João Pedro Nunes Rosas, tendo sido arguida em Junho de 2008; [17]
- “Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Vãos Interiores” da autoria de Ricardo Pacheco Correio Borlido, tendo sido arguida em Fevereiro de 2010. [18]

Todas estas Dissertações foram orientadas pelo Sr. Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues.

Já do IST pode ser referida uma Tese sobre o tema de Fiscalização, tendo como título “Gestão de Empreendimentos na Ótica da Entidade Fiscalizadora” [19], a qual é da autoria de Ana Isabel Alves Silva, tendo sido arguida em Novembro de 2010. Este trabalho de dissertação tem no seu conteúdo metodologias utilizadas pela fiscalização, o que é bom para dar uma visão mais alargada do âmbito da Fiscalização.

2.1.2. ALVENARIAS

As alvenarias utilizadas na construção de edifícios constituem a técnica construtiva mais antiga ainda utilizada nos dias de hoje e são também utilizadas com grande frequência. Desta forma é facilmente encontrada informação sobre alvenarias e suas aplicações.

O *Journal of the American Ceramic Society* [20] tem por base o estudo científico de materiais cerâmicos de aplicação em diversas áreas, inclusive na área da construção civil. Esta revista científica tem artigos relativos a tijolos cerâmicos, inclusive alvenarias de tijolo armado.

Em 2012 foi realizada uma conferência no Brasil, sendo dada pelo nome de *The 15th International Brick and Block Masonry Conference* [21] e incidiu sobre a utilização das alvenarias de tijolo e bloco no Brasil na atualidade, sobre o ciclo de vida destas e ainda do seu fabrico. Para além do Brasil, foi também abordada a utilização de alvenaria no resto do mundo.

Em termos de monografias, existe um vasto leque de referências. As monografias disponíveis são referentes aos mais diversos tipos de alvenarias, sendo que a grande maioria é relativa a tijolos cerâmicos não estruturais. No entanto, todos os outros tipos de alvenaria estão também estudadas em diversas monografias. Para este trabalho de dissertação foram utilizados principalmente dois dos volumes da colecção “Sistemas de Construção” do Professor Jorge Mascarenhas, sendo estes os volumes 2 [22] e 3 [23] e ainda o “*Manual de Alvenaria e Tijolo*” [24] editado pela Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica. Para além destes livros foram ainda utilizados os seguintes livros:

- “Paredes de Alvenaria – Situação Atual e Novas Tecnologias” editado pelos Professores Paulo B. Lourenço e Hipólito de Sousa; [25]

- “Building with Masonry – Brick, Block and Concrete” da autoria de Dick Kreh. [26]

O “Estudo normativo dos formatos de tijolo de barro vermelho para alvenaria” de Afonso R. J. Fernandes e Cássio C. Rodrigues [27], sendo referente a um outro documento o qual se designa por “Tijolos de Barro Vermelho para Alvenaria: formatos” [28]. Este estudo normativo explica o que foi dito no último documento referido, sendo que este incide sobre a normalização dos formatos e dimensões dos tijolos de barro vermelho. Atualmente existem normas que prevêm as disposições das anteriormente referida e que são, obviamente mais rigorosas. As normas atuais serão abordadas num subcapítulo relativo a normas referentes a alvenarias. É ainda importante referir que as alvenarias estão previstas no sistema francês num dos documentos designados por Document Technique Unifié (DTU), neste caso é o DTU 20-1 [29]. Estes documentos não são normativos mas contêm um conjunto de procedimentos que são tidos como “boas práticas”, sendo este também o tipo de utilização deste documento em Portugal. Muitas vezes a informação destes documentos é colocada em caderno de encargos de alvenarias.

Mas o documento que mais impacto tem nas alvenarias é o Eurocódigo 6 ou EC6 [30]. Este é um documento normativo que traduz as exigências requeridas a diversos tipos de alvenarias, sejam elas pré-esforçadas ou não. Estas exigências devem ser tidas em conta por parte das equipas de controlo de qualidade. No entanto, este documento apenas aborda apenas os requisitos de resistência, não abordando outros requisitos como, por exemplo, relativos ao isolamento térmico ou acústico. As características alvo de abordagem visam garantir a qualidade final do produto a poder ser aplicado na construção, neste caso a qualidade das alvenarias. Algumas das características que o EC6 aborda e para as quais determina os métodos de ensaio são as seguintes:

- Massa volúmica aparente;
- Resistência à compressão;
- Resistência à flexão;
- Resistência ao corte;
- Porosidade aberta;
- Coeficiente de absorção capilar;
- Permeabilidade ao vapor de água;
- Resistência ao gelo/degelo;
- Durabilidade;
- Reação ao fogo.

2.2. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE

Segundo a British Standard 4778 [31], a definição de qualidade é a seguinte:

“O conjunto de propriedades e características de um produto ou serviço relacionadas com a sua capacidade de satisfazer exigências expressas ou implícitas...”

Por outras palavras, um produto ou serviço têm qualidade, dependendo do conjunto de características que lhes estejam associados. Obviamente que essas características poderão ser avaliadas de forma distinta, o que leva a que a perceção de qualidade seja muito subjectiva. Com efeito, é até bom que os produtos ou serviços tenham características distintas, para que desta forma os diversos segmentos do mercado estejam preenchidos. Cada tipo de serviço ou produto está orientado para um determinado tipo de clientes, sendo estes os melhores para avaliarem a qualidade desses mesmos produtos ou serviços.

As exigências expressas referidas na citação anterior, correspondem aos requisitos e características dos serviços ou produtos que foram especificados pelos clientes. Mesmo não sendo obrigatório que estes requisitos se encontrem presentes em todos os produtos ou serviços de um determinado tipo, é desejável que alguns estejam presentes para que esses mesmos produtos ou serviços tenham qualidade.

As exigências implícitas são referentes aos requisitos primários que determinado serviço ou produto deverão possuir para ter a qualidade mínima. Com isto diz-se que um produto pode ter qualidade mesmo sem terem vantagens extra, ou seja, sem ter características que vão para além das necessárias.

A qualidade de um produto depende, da ótica do cliente, do equilíbrio entre os dois tipos de exigências descritas anteriormente, para além da sua quantidade.

2.3. SISTEMA PORTUGUÊS DE QUALIDADE

O Instituto Português da Qualidade (IPQ) é um instituto que tem como missão coordenar o Sistema Português da Qualidade (SPQ)

O Sistema Português da Qualidade (SPQ) é constituído por várias organizações, as quais perseguem um objectivo comum, sendo ele o de garantir a dinâmica da qualidade em Portugal. Esta informação encontra-se na página da internet do Instituto Português de Qualidade (IPQ) [32], de onde foi retirada a citação seguinte:

“O Sistema Português da Qualidade (SPQ) é o conjunto integrado de entidades e organizações interrelacionadas e interatuantes que, seguindo princípios, regras e procedimentos aceites internacionalmente, congrega esforços para a dinamização da qualidade em Portugal e assegura a coordenação dos três subsistemas – da normalização, da qualificação e da metrologia – com vista ao desenvolvimento sustentado do País e ao aumento da qualidade de vida da sociedade em geral (Artigo 4º do Decreto-Lei n.º 71/2012 de 21 de Março).”

A figura seguinte demonstra graficamente a estrutura do SPQ já referida.

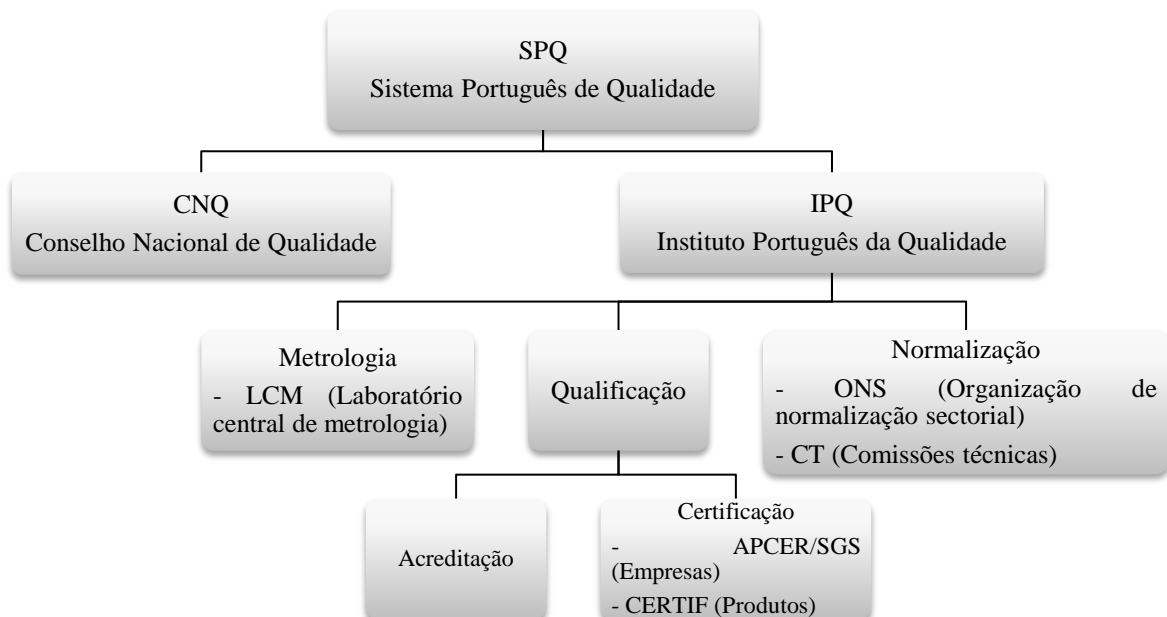


Fig.1 – Estrutura do Sistema Português de Qualidade

O Sistema Português da Qualidade é composto pelo Concelho Nacional da Qualidade (CNQ) e pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ). O IPQ subdivide-se em três subsistemas, o da metrologia, o da normalização e o da qualificação. O subsistema da metrologia garante o rigor das medições levadas a cabo para que estas possam ser comparáveis a nível nacional e internacional permitindo a manutenção e o desenvolvimento dos padrões das unidades de medida. O subsistema da normalização é o responsável pela elaboração de normas e outros documentos normativos. O subsistema da qualificação é o responsável pela acreditação e certificação de competências e avaliação de conformidade. A acreditação é feita pelo Instituto Português da Acreditação (IPAC), visando reconhecer as competências técnicas de entidades com funções de avaliação de conformidade, tais como, certificações, ensaios, calibrações e inspecções. A função de certificação tem o objectivo de verificar a conformidade das atividades em causa com os documentos normativos aplicáveis. Os certificados podem ser orientados para os produtos (CERTIF) ou para as empresas (APCER/SGS). A definição de acreditação pode ser obtida na página oficial da internet do IPAC [33], sendo esta a seguinte:

“A actividade de acreditação consiste na avaliação e reconhecimento da competência técnica de entidades para efectuar actividades específicas de avaliação da conformidade (e.g. ensaios, calibrações, certificações e inspecções).”

A citação seguinte foi obtida nos apontamentos da Unidade Curricular de Qualidade [34], sendo relativa à definição de certificação.

“Certificar consiste em avaliar com credibilidade a conformidade face a documentos de referência precisos.”

2.4. MARCAÇÃO CE

A marcação CE nasceu da necessidade de se garantir que os produtos fabricados e vendidos nos países da União Europeia. Com esta marcação é garantido que os produtos em causa cumprem toda a legislação aplicável, sendo assim possível a estes mesmos produtos circular no mercado Europeu e garantindo que os mesmos estão em conformidade com as especificações declaradas pelo fabricante.



Fig.2 – Símbolo de Marcação CE [35]

A colocação da marcação CE é feita pelo fabricante, fazendo assim que os produtos são da responsabilidade deste. No entanto, não se pode esquecer que nem todos os produtos possuem esta marcação. Isto sucede em produtos que não têm qualquer legislação aplicável. No caso dos tijolos cerâmicos, a marcação CE pode ou não ser aplicável, sendo sempre verificado em obra se cumpre ou não os requisitos comportamentais entre outros, no caso de não ter marcação CE.

A marcação CE aplicada aos produtos de construção é regida pelo Regulamento (UE) nº 305/2011 [36], documento que revoga e substitui a Diretiva 89/106/CEE [37], a qual foi até a altura da publicação deste documento a responsável pela determinação dos requisitos necessários para a aposição da marcação CE. Aplica-se a produtos destinados a serem incorporados de forma permanente nas construções.

2.5. NORMAS ISO

A ISO é uma organização que emite normas a nível internacional, tendo surgido da necessidade de normalização das técnicas e qualidade dos produtos ou serviços entre os vários países. Com isto a noção de globalização ganha ainda mais sentido, sendo que um produto ou serviço de um determinado país pode ser facilmente introduzido num outro. Para além disso o desenvolvimento é incrementado dada a crescente exigência a que os mercados estão sujeitos dado o número de organizações concorrentes ter aumentado. Inicialmente esta organização surgiu da união de duas outras, a ISA e a UNSCC. A sigla significa International Organization for Standardization, ou seja, Organização Internacional de Normalização.

A nível da qualidade são especialmente relevantes as normas da série 9000. A ISO 9000 [38] iniciou a série, tendo como principal função definir um modelo dos sistemas gestão de qualidade a aplicar às organizações de todos os tipos, ou seja, é aplicável às organizações do setor da construção civil. Basicamente, esta norma é muito geral, pelo que necessitava de complementos. Por esta razão, a organização ISO formulou as normas 9001 [39] e 9004 [40]. A norma ISO 9001 determina os requisitos que os sistemas de gestão de qualidade devem cumprir, especificando os documentos, as políticas da qualidade, as responsabilidades, processos de produção, entre outros. A norma ISO 9004 é bastante mais específica referindo dando as directivas para o aumento da produtividade. Com o aparecimento destas normas as organizações possuem uma linha orientadora que as conduz em termos de qualidade.

2.6. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO

A definição de qualidade é muito subjectiva, tal como pôde ser visto no subcapítulo anterior. Esta subjectividade aplica-se também na construção, sendo ainda mais acentuada dada a elevada heterogeneidade que se verifica nos diversos produtos que resultam da construção. Com efeito, cada construção é distinta das restantes. As suas diferenças podem ser apenas ao nível da geotecnia, o que geralmente é raro, dado que cada construção tem um carácter muito próprio que a distingue das outras e que pode ser decisivo na escolha final do cliente pelo produto em causa. As características que levam a que as construções ou empreendimentos sejam vendidos dependem bastante do consumidor. No entanto, muitas vezes, estes não têm a capacidade de verificar se o produto possui, de facto, qualidade, levando a que estes apenas avaliem o aspeto interior e exterior. De facto, a avaliação da qualidade de um edifício é bastante difícil de se fazer, uma vez que o consumidor não possui, na maioria das vezes, conhecimentos acerca de assuntos importantes, tais como os comportamentos acústico, térmico ou de ventilação. Para que se evitem situações enganosas é necessário garantir que o projeto e a execução da obra são feitos em conformidade e que cumprem a legislação vigente. Para se garantir que o controlo de conformidade é levado a cabo da melhor forma, é contratada pelo Dono de Obra uma equipa de fiscalização. Assim é possível garantir ainda durante a fase de execução que a construção tem qualidade. Isto protege o Dono de Obra e garante que o consumidor final não tenha problemas com os quais não contava ao adquirir o produto. A garantia de controlo de conformidade é essencial para que muitos erros que normalmente ocorrem acabem por ser impedidos.

Já ao nível da certificação, existe em Portugal a Marca de Qualidade LNEC, a qual foi criada através do Decreto-Lei nº 310/90 [41], para empreendimentos construtivos. Esta marca de qualidade surgiu pela necessidade de se ter gestão e garantia de qualidade nos empreendimentos de construção. A Marca de Qualidade LNEC tem que cobrir as fases de promoção, projeto e execução das construções, incluindo em tudo isto os materiais, componentes e equipamentos utilizados na construção em causa.

Esta marca de qualidade é apenas utilizada em empreendimentos construtivos em que o Dono de Obra requeira o mesmo, ou seja, esta marca de qualidade é de carácter facultativo e voluntário.

2.7. DEFINIÇÃO DE ENGENHARIA DE SERVIÇOS

A engenharia de serviços pode ser definida como um meio de otimização das relações entre os diversos intervenientes em obra através da implementação de diversas metodologias. Para que a prestação dos serviços seja o melhor possível, divide-se a prestação em áreas funcionais, pois desta forma é muito facilitada a execução das tarefas necessárias, bem como é melhorada a relação entre as entidades intervenientes na obra pelo facto da estrutura estar mais clarificada. A fiscalização entra no processo construtivo com a necessidade de implementar mecanismos que facilitem as relações entre os intervenientes, para além de garantir o controlo de conformidade. A fiscalização funciona como um intermediário, entregando e registando a informação existente, devendo ser sempre informada de tudo o que se passa na obra. A equipa de fiscalização deverá ter sempre um comportamento ético e irrepreensível, ser ponderada e contribuir para clarificar todo o processo.

2.8. TIPOS DE CONTRATAÇÃO E INTERVENIENTES DAS EQUIPAS DE FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

Uma equipa de fiscalização tem vários intervenientes, os quais são essenciais para o correto controlo de conformidade dadas as suas funções. Os intervenientes em causa são os seguintes:

- Diretor/Coordenador de Fiscalização;
- Responsável da Área Funcional;
- Fiscal;
- Administrativo;
- Técnico;
- Especialista.

A equipa de fiscalização é coordenada pelo diretor de fiscalização, o qual tem como função principal controlar internamente e representar essa mesma equipa, bem como determinar o modo de atuação para garantir o controlo de conformidade. Os responsáveis das áreas funcionais têm como objectivo garantir o melhor desempenho das respectivas áreas funcionais. O fiscal é o interveniente que se encontra no terreno a realizar o controlo de conformidade. Já em gabinete, os responsáveis são os administrativos. Os técnicos são profissionais com funções muito próprias, ou seja, são intervenientes que realizam tarefas ligadas a funções tais como desenho, ensaios, topografia, entre outros. Os especialistas são intervenientes, dentro das equipas de fiscalização, que apenas têm funções de assessoria, ou seja, só intervêm quando uma determinada especialidade está a ser levada a cabo, tal como por exemplo, electrotecnia, mecânica, estruturas, entre outros.

Os intervenientes podem acumular funções, ou seja, um membro da equipa de fiscalização pode ser responsável por várias áreas funcionais, ou, também, serem acumuladas outras funções. O tipo de equipa e o número de intervenientes depende muito do contrato realizado e do tipo da obra a que se deve garantir a gestão da qualidade. Poderão ser necessários mais responsáveis por áreas funcionais em casos de construções de tipos mais elevadas, existindo construções do tipo I ao tipo IV, sendo a classificação feita consoante o valor global em causa.

Para se definirem as funções de cada um dos intervenientes é comum utilizar um documento chamado Matriz de Atribuições.

Matriz de Atribuições						
		Intervenientes				
		1 Eng. Diretor	1 Eng. Tec. Electrotécnico	1 Fiscal Conformidade	1 Fiscal Electo-Mec	1 Secretária
FUNÇÕES	Conformidade			✓	✓	
	Economia	✓	✓			✓
	Planeamento	✓	✓	✓	✓	
	Inf./Projeto	✓	✓			✓
	Lic./Contrato	✓	✓			✓
	Segurança			✓		
	Qualidade			✓		
Taxa de Permanência (AO)		0,2	q.n.	1,0	q.n.	0
Indexação % AE		50	q.n.	100	q.n.	0,2

Fig.3 – Exemplo de Matriz de Atribuições [42]

2.9. ÁREAS FUNCIONAIS

A metodologia aqui apresentada não é obrigatória, sendo, sim, a metodologia proposta na Unidade Curricular de Fiscalização de Obras do Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Com efeito, as afirmações feitas nos subcapítulos seguintes, os quais são referentes às Áreas Funcionais, podem ser corroboradas pelos apontamentos desta mesma Unidade Curricular.

Segunda a metodologia aqui apresentada, as equipas de fiscalização devem ser organizadas por áreas funcionais, sendo que cada uma delas tem funções específicas. Isto leva ao melhor desempenho destas equipas e garante que o controlo de conformidade, que estas tentam levar a cabo, é feito com maior rigor e exatidão. Obviamente, estas equipas estão muito interligadas dado que umas acabam por ser apenas uma garantia de que as outras funcionam correctamente. Além disso todas elas são essenciais para o processo, pelo que caso uma das áreas funcionais não exista, a metodologia apresentada acaba por ficar enfraquecida.

Uma nota importante é o facto dum elemento da equipa de fiscalização ou controlo de qualidade poder ter a seu cargo responsabilidades de várias Áreas Funcionais. Isto é de facto bastante frequente, principalmente em obras de pequena dimensão. Isto por ser usual que este tipo de construção tenha uma equipa de fiscalização de pequena dimensão.

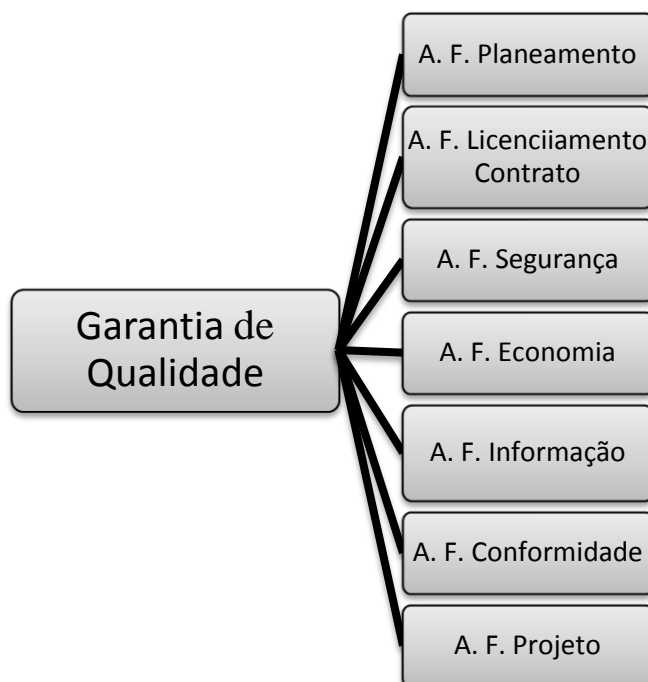


Fig.4 – Áreas Funcionais para Garantia de Qualidade

A garantia de qualidade é feita pela conjugação de todas as áreas funcionais anteriores.

2.9.1. ÁREA FUNCIONAL CONFORMIDADE

A área funcional conformidade visa garantir que a conformidade entre o projeto e a obra, implementando para isso todos os mecanismos necessários, e aprovados contratualmente. Ou seja, a fiscalização apenas pode garantir a conformidade durante toda a obra no caso de ter sido contratada para 100% de cobertura da equipa de fiscalização na obra em causa. Isto, normalmente, só sucede em casos de obras com um valor global muito alto, pelo que normalmente a cobertura da equipa de fiscalização em obra é menor. Obviamente que uns terão uma percentagem maior que outros, dependendo das alturas e das necessidades. Por outras palavras, apenas se garante que a totalidade do projeto é executada em conformidade quando o contrato assim o permite. No entanto, a responsabilidade pela execução e conformidade é do empreiteiro, pelo que a fiscalização não pode ser responsabilizada pela falta de conformidade, podendo apenas ser multada, o que só sucede se esta não implementar os mecanismos a que esteja contratualmente obrigada.

O esforço da equipa de fiscalização na área funcional conformidade não deve ser apenas canalizado para a fase de execução. Isto é uma ideia errada, até porque, preferencialmente, o esforço deve ser decrescente, começando na fase de projeto aquando da revisão de projeto e apoio ao concurso da obra, até à fase de receção. Isto suporta a máxima de que a fiscalização deve controlar os atos bem antes de estes serem levados a cabo, chegando, por isso, a fazer o controlo de conformidade na fase final de projeto. Isto permite que sejam detectadas não conformidades entre peças escritas e desenhadas e até falta de alguns documentos.

Para garantir o controlo de conformidade, a área funcional conformidade tem como procedimentos:

- Reuniões de preparação de obra;

- Rotinas de inspeção;
- Ensaios de receção e desempenho.

As reuniões de preparação de obra, também chamadas de reuniões “R-1”, têm como principal objectivo preparar determinadas fases da obra, sendo normalmente realizadas um mês antes da execução das tarefas em causa. Nestas reuniões discutem-se e definem-se as técnicas, equipamentos e materiais, bem como qualquer outra dúvida que possa surgir. Com isto fica claro o caminho a seguir, bem como são evitados alguns problemas que mais tarde poderiam surgir. Nesta reunião estão presentes os principais intervenientes, sendo eles, a Fiscalização, o Empreiteiro, o Dono de Obra e o Projectista, sendo que estes dois últimos apenas se encontram presentes caso seja necessário. Estas reuniões são feitas periodicamente podendo ser organizadas por arte, ou seja, por tipo de trabalho a executar. Após estas reuniões a fiscalização deverá iniciar as suas acções de confirmação com fornecedores e Dono de Obra e fazer a preparação da lista de tarefas a iniciar.

Igualmente relevantes são as rotinas de inspeção, as quais visam verificar no terreno a conformidade entre o que foi projetado e o que está a ser executado. Obviamente que este processo não é contínuo. É um processo pontual, sendo verificadas algumas vezes as tarefas, mas não sendo feito policiamento. Para que as rotinas de inspeção sejam passíveis de ser executadas correctamente é necessário que se conheça bem o planeamento dos trabalhos, caso contrário poder-se-á estar a controlar uma atividade que não esteja numa fase crítica. Não se pode esquecer que a fase inicial é a fase em que mais erros ocorrem dado que o processo ainda não está tão mecanizado pelos operários e porque nesta fase é possível proceder às correcções necessárias sem comprometer em demasia o prazo e o orçamento. Para que as rotinas de inspeção sejam fundamentadas, a equipa de fiscalização está munida de documentos que permitem que o controlo de conformidade seja levado a cabo com maior rigor. As principais são: mapa de equipas produtivas, definição da natureza das tarefas a executar e Fichas de Controlo de Conformidade FCC. Esta última ferramenta é a que está a ser alvo de estudo neste trabalho de dissertação, sendo que é bastante importante pois discrimina as condições, a mão de obra, os equipamentos, os materiais e os passos necessários para a correta execução da tarefa em causa, sendo que todos eles devem ser verificados aquando das rotinas de inspeção.

Os ensaios de receção são executados para verificar se as soluções já executadas estão ou não operacionais. Ou seja, são feitas no final da tarefa para verificar se esta foi executada em conformidade com o requerido. A ferramenta utilizada pela equipa de fiscalização para ensaios de receção é o auto de ensaio de desempenho. Cada tarefa terá um auto de ensaio de desempenho próprio pelo que estes deverão ser cuidadosamente executados previamente pela equipa de fiscalização tal como as FCC. No entanto, o controlo de conformidade não é total, pois os ensaios de desempenho ou receção não são feitos para todas as soluções aplicadas em obra.

Para receção de materiais é necessário que a equipa de fiscalização recorra ao documento designado por ficha de aprovação de materiais/componentes. Com isto procura determinar-se se os materiais ou componentes estão em conformidade com o requerido em projeto.

2.9.2. ÁREA FUNCIONAL ECONOMIA

Esta é a área funcional responsável por garantir que a facturação é feita correctamente bem como todas as outras tarefas associadas aos custos. A seguinte afirmação foi retirada dos apontamentos da Unidade Curricular de Fiscalização de Obras do MIEC da FEUP, e suporta o que foi anteriormente referido [42].

“Compete à fiscalização saber em cada momento o que foi pago, o que falta pagar, em quanto se prevê exceder as previsões e a que correspondem os pagamentos efetuados.”

Para que o controlo seja feito com maior rigor, esta área funcional tem como ferramenta o Orçamento Contratual. Nesta ferramenta discriminam-se as quantidades, os preços unitários e o preço total. Com o total das tarefas obtém-se o valor global da obra.

Como procedimentos, esta área funcional tem

- Conta da Empreitada;
- Controlo Orçamental;
- Previsão de Custos;
- Autos de Medição;
- Faturação.

A Conta da Empreitada é feita periodicamente, normalmente mensalmente, e contém todas as despesas da empreitada em questão. Constan nesta conta os trabalhos contratuais, os trabalhos a mais, os trabalhos a menos, os trabalhos extra, as multas, os prémios, os adiantamentos e a revisão de preços. No final da Conta da Empreitada é feito um Auto de Fecho de Contas, o qual é um documento que formaliza o fecho de contas.

O Controlo Orçamental é muito vantajoso para a equipa de fiscalização dado que permite verificar as diferenças entre o que foi previsto orçamentalmente e o que realmente foi facturado. Este controlo é feito mensalmente, fazendo com que o controlo seja muito mais rigoroso.

A Previsão de Custos é feita pela equipa de fiscalização, sendo solicitada pelo Dono de Obra com o intuito de saber quanto a empreitada irá custar no final. Obviamente que os valores fornecidos com a previsão de custos não passam de previsões, não podendo estas ser baseadas em intuições. Ou seja, a Previsão de Custos é baseada nos dados conhecidos até à data. Os dados necessários para se proceder a uma Previsão de Custos são os trabalhos contratuais, a mais, a menos e extra realizados até à data, bem como os trabalhos que estão em aprovação e os trabalhos que se suspeita serem necessários de realizar.

Os Autos de Medição são realizados para verificar a quantidade de trabalhos já efetuados. Com estes autos como suporte é possível efectuar a faturação. Os Autos de Medição podem ser feitos periodicamente, associados ao fim das tarefas ou ainda por percentagem de tempo decorrido. Para quantificar os trabalhos pode seguir-se uma de duas técnicas, ou se avalia a totalidade dos trabalhos executados, ou se avalia a partir de uma marca ou registo do mês anterior.

A Faturação deve ser feita pelo empreiteiro após os montantes respectivos serem aprovados. O valor da Faturação é, no fundo, o saldo da conta da empreitada de cada mês. Não se podem facturar tarefas que não estejam terminadas e devem ser facturados os fornecimentos mesmo que apenas uma percentagem destes.

2.9.3. ÁREA FUNCIONAL PLANEAMENTO

Esta área funcional é relativa a prazos e visa controlá-los por forma a garantir que o planeamento está a ser cumprido. A principal ferramenta a utilizar é o Gráfico de Barras, pois dá uma visão clara do planeamento total da obra. Para que se possa fazer um controlo o mais correto possível devem ser implementados os seguintes procedimentos:

- Controlo do Plano de Trabalhos;

- Balizamentos Periódicos;
- Previsão de Prazos;
- Multas por Atraso.

O Controlo do Plano de Trabalhos é um procedimento efetuado com o objectivo de fazer um acompanhamento adequado das tarefas em todas as suas fases de execução, detectando assim atrasos ou avanços destas em relação ao planeamento. No início das tarefas não é necessário um pormenor superior ao das tarefas e suas subtarefas. O Controlo de Desenvolvimento é feito para as tarefas mais longas e é bastante importante dadas as diferenças temporais de rendimento dos operários. Pode ser necessário proceder-se à Revisão de Planos e Aprovação. Isto sucede quando se introduzam novas tarefas, quando existam atrasos superiores a 25% e quando o caminho crítico é alterado.

Os Balizamentos Periódicos são feitos para verificar se num determinado período de tempo o planeamento está a ser cumprido. Isto é feito com recurso ao Gráfico de Barras, o que nos permite detetar desvios no planeamento, sendo que esta análise é feita em percentagem. No entanto, esta análise pode ser enganadora em tarefas que não estejam terminadas, porque as tarefas não têm sempre o mesmo rendimento ao longo do tempo.

A Previsão de Prazos visa fazer uma aproximação mais exata da percentagem de cada tarefa que ainda está por executar, tendo para isso em conta o tempo decorrido e a produção efetuada.

As Multas por Atraso devem estar previstas contratualmente, tal como os prémios caso existam. É responsabilidade desta área funcional regular as multas e prémios, dado que é nesta área funcional que se faz o controlo de avanço e atraso das tarefas.

2.9.4. ÁREA FUNCIONAL INFORMAÇÃO/PROJETO

Esta é a área funcional que tem como objectivo registar toda a informação da obra, bem como direccioná-la correctamente para os diferentes intervenientes. Entende-se por direccionamento correto da informação o facto de a equipa de fiscalização a enviar aos intervenientes corretos, evitando sempre a troca de informação entre os restantes intervenientes. A fiscalização deve também registar toda a informação disponível. Tal como referido nos apontamentos da Unidade Curricular de Fiscalização de Obras [42].

“A fiscalização deve ser como um “mau carteiro” relativamente à informação que circula entre os intervenientes pois além de “transportar” e endereçar a informação toma conhecimento e regista-a.”

A figura seguinte demonstra bem o fluxograma que se verifica com este modelo de fiscalização, tendo sido também retirada da mesma Unidade Curricular que a citação feita anteriormente.

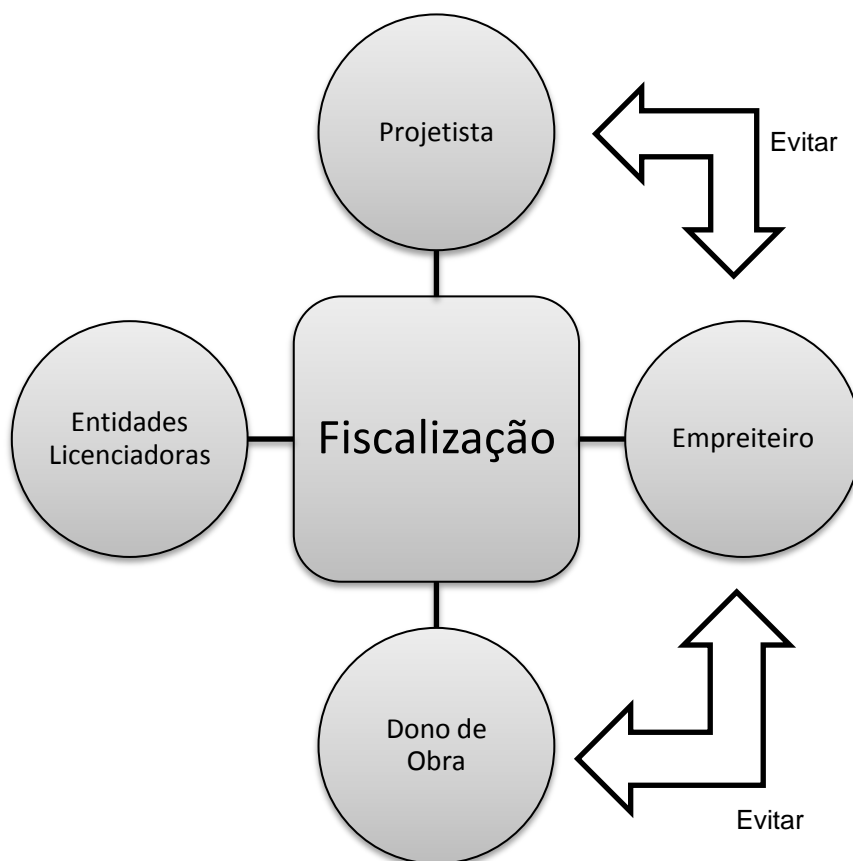


Fig.5 – Fluxograma de circulação de informação em obra [41]

Como procedimentos, esta área funcional tem:

- Arquivos de Obra;
- Arquivo de Projeto;
- Reuniões;
- Gestão de Assuntos.

Os Arquivos de Obra visam permitir o acesso facilitado e bastante rápido à informação. Em Arquivo de Obra devem estar incluídos os e-mails, os faxes, correspondência, diário da fiscalização, atas de reunião, relatórios mensais e folhas de assunto.

O Arquivo de Projeto permite consultar as peças de projeto e actualiza-las. A fiscalização deve conhecer o projeto e endereçar a informação a quem se destina. No Arquivo de Projeto devem estar contidos o projeto contratado e o projeto executado.

As Reuniões de Obra são essenciais para fazer circular a informação de um modo formal e permite ouvir e discutir as opiniões que os diversos intervenientes têm dos diferentes assuntos em causa. Nas Reuniões de Obra toda a informação deve ser registada e ser do conhecimento de todos os intervenientes. As reuniões devem seguir um conjunto de regras para que estas se procedam da melhor forma. Além disso as reuniões devem seguir uma ordem de assuntos por agrupamentos para que a reunião seja mais eficaz.

A Gestão de Assuntos é feita para que a informação esteja registada. Isto evita que os assuntos sejam tratados por base na memória, a qual nem sempre é fidedigna. Um dos documentos em que esta área funcional se apoia é a Folha de Assuntos, na qual se regista toda a informação acerca de um assunto,

as datas e os intervenientes. Cada assunto tem uma folha distinta, pelo que é necessário que exista uma boa organização por parte da equipa de fiscalização. Também é uma ferramenta essencial o Diário da Fiscalização. Este documento tem o propósito de registar a informação e ocorrências que se desenvolveram no dia em causa. A área funcional informação recorre ainda a notas escritas, sendo estas utilizadas aquando da necessidade de transmissão de informação que se quer evidenciada a sua receção, recorrendo ainda a Relatórios Mensais, s quais tratam e sintetizar ou resumir a restante informação mensal.

2.9.5. ÁREA FUNCIONAL LICENCIAMENTO/CONTRATO

Nesta área funcional a fiscalização tem por objectivo garantir o cumprimento de atos de contratação, atos de licenciamento e atos legais de empreitada. Com isto não existirão problemas associados a incumprimentos e dificuldades de licenciamento.

2.9.6. ÁREA FUNCIONAL SEGURANÇA

Esta área funcional surge da necessidade de motivar a utilização de um plano de segurança. A fiscalização deve principalmente verificar a sua implementação. Isto é feito mesmo não havendo responsabilização da fiscalização em termos da segurança, dado que o responsável por garantir a segurança é o empreiteiro. Os procedimentos utilizados nesta área funcional são:

- Verificação da contratação da Segurança;
- Acompanhamento da Implementação da Segurança.

A verificação da Contratação da Segurança visa verificar todos os elementos relativos à segurança, sendo estes a Compilação Técnica, o Plano de Segurança e Saúde, o Coordenador de Segurança e Saúde e a Informação ao IDICT.

O Acompanhamento da Implementação da Segurança é feito através de duas acções, o Registo e os Alertas. Os Registos são feitos aquando de falhas e acidentes. Já os Alertas são feitos quando se verifica alguma situação que possa ser perigosa e que não esteja prevista no PSS.

2.9.7. ÁREA FUNCIONAL QUALIDADE

Os mecanismos de garantia de qualidade implementados são da responsabilidade desta área funcional. Os procedimentos que esta área funcional utiliza são os seguintes:

- Qualidade dos Serviços de Fiscalização;
- Qualidade dos Trabalhos de Obra.

A Qualidade dos Serviços de Fiscalização deve ser garantida através de mecanismos de gestão de qualidade. Como referido nos apontamentos da Unidade Curricular de Fiscalização de Obras do Mestrado integrado em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a fiscalização só pode garantir a gestão de qualidade quando já possui qualidade à partida.

A Qualidade dos Trabalhos de Obra é garantida através de mecanismos que obrigam a que exista especialização. Para que se possa garantir a qualidade da construção em causa é necessário controlar a receção dos materiais e equipamentos e verificar a certificação da mão de obra. As tecnologias utilizadas deverão ser alvo de aprovação e devem ser elaborados ensaios laboratoriais a materiais e componentes.

3

Materiais de Alvenaria

3.1. ALVENARIAS

As alvenarias são largamente utilizadas em Portugal para a realização de panos opacos que permitam a definição e o isolamento de espaços. Podem ser constituídas por diversos materiais, sendo os mais frequentes os tijolos cerâmicos, blocos cerâmicos, blocos de betão e blocos de pedra, existindo ainda outros materiais que serão mais à frente referidos. Não se pode no entanto esquecer que estes mesmos componentes são ligados entre si de forma a garantir que exista estabilidade em todo o pano. O material que se utiliza para garantir essa mesma ligação é a argamassa, dado que a sua aplicação é fácil e que a deformabilidade permitida aos blocos não é demasiado restritiva. É ainda um material barato e fácil de produzir em obra. O tipo de argamassa e o seu traço deve estar definido em projeto e deve ser adequado a cada caso. Desta forma o pano de alvenaria em causa pode funcionar o mais possível como um conjunto rígido e coeso, embora se saiba que a homogeneidade é inexistente e que por isso os problemas podem surgir com algumas eventualidades, tais como choques ou deslocamentos da estrutura.

3.1.1. DISPOSIÇÕES NORMATIVAS

Os documentos normativos têm vindo a sofrer alterações e substituições. No caso das alvenarias de tijolo esta alteração foi feita através da substituição das normas NP 80 [43] e NP 834 [44] pela atual norma NP EN 771-1 [45], sendo que cada uma destas normas será explicada em seguida. A NP 80 era relativa à resistência mecânica dos tijolos cerâmicos e definia o método segundo o qual era feita a classificação desta mesma característica, incidindo sobre uma amostra de 10 elementos. Esta norma definia ainda as classificações para durabilidade dos tijolos cerâmicos, sendo que esta mesma classificação era essencial para tijolos de revestimento, os quais por serem aparentes têm por obrigação serem duráveis. A norma NP 834 definia as dimensões que os diferentes tipos de tijolo cerâmico poderiam ter, para além das tolerâncias relativas a estas mesmas dimensões. Apesar de esta última norma ter sido retirada de circulação, ainda hoje, muitos dos tijolos cerâmicos produzidos respeitam as dimensões referidas anteriormente.

- NP EN 771-1 - Especificações para unidades de alvenaria de tijolos cerâmicos;
- NP EN 771-2 [46] - Especificações para unidades de alvenaria de blocos sílico-calcários;
- NP EN 771-3 [47] - Especificações para unidades de alvenaria de blocos de betão de agregados correntes e leves;
- NP EN 771-4 [48] - Especificações para unidades de alvenaria de blocos de betão celular autoclavado;

- NP EN 771-5 [49] - Especificações para unidades de alvenaria de blocos de pedra reconstituída;
- NP EN 771-6 [50] - Especificações para unidades de alvenaria de blocos de pedra natural.

As características das unidades de alvenaria dos diferentes materiais são dadas pelas seguinte normas:

- NP EN 772-1 [51] é relativa à determinação da resistência mecânica para elementos de alvenaria;
- NP EN 772-3 [52] é relativa ao volume de líquidos e percentagem de vazios presentes para elementos de alvenaria;
- NP EN 772-5 [53] explica o método utilizado para determinação do teor em sais solúveis ativos para elementos de alvenaria;
- NP EN 772-7 [54] é relativa à determinação da absorção da água fervente para tijolos isolantes de humidade para elementos de alvenaria;
- NP EN 772-11 [55] expõe o método utilizado para determinação da taxa inicial de absorção de água para elementos de alvenaria;
- NP EN 772-13 [56] é relativo à determinação da densidade líquida e bruta para elementos de alvenaria;
- NP EN 772-16 [57] faz a determinação das dimensões dos tijolos cerâmicos para elementos de alvenaria;
- EN 772-19 [58] é relativo à determinação da expansão por humidade para tijolos de grande formato e furação horizontal para elementos de alvenaria;
- EN 772-22 [59] expõe o método de determinação da resistência ao gelo e degelo para elementos de alvenaria;
- NP EN 1052-1 [60] estabelece os métodos de ensaio relativos à determinação da resistência à compressão de elementos alvenarias;
- NP EN 1052-2 [61] estabelece os métodos de ensaio que permite determinar da resistência à flexão de elementos alvenarias;
- NP EN 1052-3 [62] faz a determinação da resistência inicial ao corte dos tijolos cerâmicos;
- NP EN 1052-4 [63] estabelece o método de ensaio relativo à determinação da resistência ao corte de alvenarias com membrana de estanquidade;
- NP EN 1745 [64] explica o método que se deve utilizar para determinar os valores térmicos declarados e de projeto, sendo as características declaradas pelo fabricante;
- NP EN 1936 [65] é relativo aos métodos de ensaio de determinação da densidade real e aparente e da porosidade total de pedras naturais;
- NP EN 12371 [66] estabelece o método de ensaio de determinação de resistência ao gelo/degelo de pedras naturais;
- NP EN 12372 [67] estabelece o método de ensaio de determinação de resistência à flexão sob cargas concentradas;
- NP EN 12407 [68] estabelece o método de análise petrográfica;
- NP EN 13373 [69] estabelece o método determinação das características geométricas de unidades de alvenaria;
- NP EN 13501-1 [70] tem como parte integrante a classificação ao fogo de produtos de construção, estando incluídos os tijolos cerâmicos;
- EN ISO 12572 [71] estabelece o método de determinação das propriedades de transmissão de água dos materiais e produtos da construção, estando obviamente incluídas as alvenarias;

- NP EN 13755 [72] estabelece o método de ensaio para determinação de absorção de água à temperatura atmosférica.

A NP EN 771-1 é uma norma europeia que foi adaptada a Portugal, tendo substituindo as normas anteriormente referidas. Esta norma indica as características que os tijolos cerâmicos devem apresentar sem no entanto impor valores limites. Os valores assumidos devem ser declarados pelos fabricantes para que os produtos produzidos possam ter marcação CE. No entanto esta norma apresenta as tolerâncias aceitáveis, as quais os fabricantes deverão também definir para os seus produtos.

O documento francês já referido, ou seja, o DTU referente a alvenarias não é normativo em Portugal. É no entanto, muitas vezes, utilizado como caderno de encargos na parte deste tipo de elementos, dado o elevado detalhe que este possui, o que é também um indicador de boas práticas.

3.1.2. TIJOLO CERÂMICO

O tijolo cerâmico começou a ser comercializado para a construção civil aquando da revolução industrial, a qual permitiu a fabricação deste elemento em massa. Anteriormente o fabrico dos tijolos era mais artesanal, o que levava a que estes tivessem características que divergiam bastante de uns para os outros. A fabricação em massa, com a maquinaria adequada, levou a que as características fossem mais constantes dando uma maior garantia de qualidade ao comprador. O seu fabrico levou ainda à grande vantagem do aligeiramento dos tijolos numa forma padronizada, como a dos tijolos furados por exemplo. Isto foi uma enorme vantagem para os fabricantes deste tipo de elemento, que permitia assim um maior aligeiramento das construções e uma menor necessidade de reforço estrutural devido a estes mesmos componentes.

Este tipo de tijolo é o componente que, hoje em dia, se utiliza com maior frequência na construção de edifícios em Portugal. Isto porque é um componente bastante leve e economicamente viável dado que o fabrico é fácil e os materiais são de fácil obtenção. É também um material já com alguma tradição no nosso país, o que leva a que já exista muita especialização nesta área, o que dá algumas garantias em termos de qualidade final do produto. A construção de panos de parede, tanto interiores como exteriores, é na maioria das vezes realizada com este tipo de material, pois é um material que, para além de ser fácil de manusear, permite a construção de panos de parede bastante delgados. Em casos de maior exigência utilizam-se outros tipos de tijolos ou blocos. Isto também acontece quando a arquitetura assim o exige. Em panos de alvenaria que tenham isolamento exterior como proteção e acabamento é normalmente suficiente a utilização de tijolo cerâmico. Tem-se assim a vantagem de garantir os requisitos com uma solução economicamente mais viável.

Anteriormente os tijolos cerâmicos eram produzidos através de argila amassada com palha, a qual conferia uma consistência superior ao tijolo. Hoje em dia ainda se utiliza a argila para produzir tijolos cerâmicos, mas com cuidados acrescidos, dado que a argila, por ser um produto natural, possui características que variam ao longo do tempo. Por esta razão são utilizados dois tipos de argilas distintas, as quais garantem um melhor e mais equilibrado comportamento dos tijolos cerâmicos a produzir. Uma das argilas é mais plástica, ou gorda, enquanto a outra é mais magra, ou seja, menos plástica. Após a preparação da pasta para garantir as condições homogêneas, é feita uma laminagem e amassadura para que esta possa assim garantir as condições desejadas de humidade e plasticidade. Em seguida é feita a conformação dos tijolos, ou seja, a pasta já criada passa em moldes que lhe dão a forma final de tijolo cerâmico. Obviamente que diferentes tipos de tijolo cerâmico necessitam de moldes distintos, mas todos eles necessitam da conformação para tomarem a sua forma. Finalmente o tijolo passa por uma fase de secagem, a qual é feita em câmaras próprias, com o cuidado de a

temperatura não sofrer oscilações demasiado bruscas para evitar que surjam fissuras. O tijolo é então cozido entre os 800°C e os 1000°C durante cerca de 24 horas. Depois o tijolo é embalado e colocado em paletes para ser em seguida vendido.

Os tijolos cerâmicos podem ter diversas formas e funções. Os mais utilizados são os tijolos furados, devendo-se isto ao facto de este ter pouco peso e ter muitos espaços de ar, o que é bom para o comportamento térmico e acústico. São utilizados para construção de panos de alvenaria interior ou exterior sem qualquer função estrutural e para revestimento de elementos estruturais. São também utilizados para a construção de ductos, platibandas e muros.



Fig.6 – Tijolo Furado [73]

Existem ainda tijolos maciços, os quais não têm espaços com ar para aligeiramento. Este tipo de tijolo é muito utilizado em revestimentos de paredes exteriores ou em construções de muros exteriores e platibandas. Estes tijolos podem ainda ter alguma função estrutural, sendo que na zona dos pilares devem ser combinados com outro tipo de tijolos ou blocos. Com o tijolo maciço normal é ainda possível construir chaminés, mas não lareiras.



Fig.7 – Tijolo Maciço [74]

Para a construção de lareiras utiliza-se um tipo de tijolo maciço especial designado por tijolo refratário, o qual é um tijolo cerâmico maciço com características de resistência ao calor muito especiais. É por esta razão que o tijolo refratário é utilizado para a construção de lareiras.



Fig.8 – Tijolo Refratário [75]

O tijolo perfurado é um tipo de tijolo que deriva do tijolo maciço, mas que não é maciço. No fundo este tipo de tijolo garante o aspeto e funcionalidade do tijolo maciço mas com algum aligeiramento. Trata-se de tijolos perfurados. A sua aplicação é idêntica aos tijolos maciços normais. Este tipo de tijolo pode ser utilizado como armado em caso de ser especificado em projeto.



Fig.9 – Tijolo Perfurado [76]

Para maiores exigências em termos de comportamento térmico existem os tijolos cerâmicos térmicos. Este tipo de tijolo é caracterizado pelo seu grande número de alvéolos de perfuração vertical, sendo estes os responsáveis pelo bom comportamento térmico do mesmo.



Fig.10 – Tijolo Térmico [77]

Existem ainda os blocos cerâmicos próprios para paredes de alvenaria armadas. Possuem alvéolos pelos quais a armadura pode passar conferindo ao elemento uma rigidez e resistência mais elevadas. Em Portugal este tipo de tijolo é utilizado em moradias e, mesmo assim, não de um modo muito frequente. Para edifícios maiores são mais frequentes os tijolos furados.

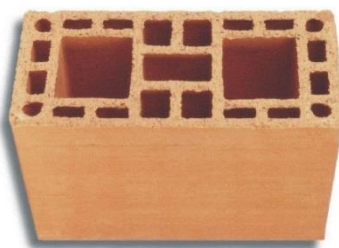


Fig.11 – Bloco Cerâmico de Furação Vertical [78]

3.1.3. TIJOLOS DE MADEIRA

Os tijolos de madeira são raramente utilizados na construção em Portugal. No entanto, quando o são, possuem uma vertente estética bastante forte, podendo ser este o principal responsável pela selecção deste tipo de tijolo. Estes tijolos possuem uma boa capacidade resistente e um bom comportamento térmico e acústico, para além de serem bastante fáceis de fabricar. São ainda tratados para terem características de absorção adequadas a panos de alvenaria exteriores. Como já se referiu não é prática

corrente em Portugal este tipo de material, sendo que como exterior é ainda menos aplicado. Há que ter em conta aquando da selecção deste tipo de tijolo a espécie de madeira, dado que são bastante distintas as características mecânicas e visuais. A colocação dos tijolos pode ser feita com recurso a cola, argamassa ou sem qualquer tipo de material de ligação. Tudo depende do tipo de aspeto e de funções desejados.



Fig.12 – Tijolo de Madeira [79]

3.1.4. TIJOLOS DE VIDRO

O tijolo de vidro é um componente que é utilizado na construção com um fim decorativo por deixar passar a luz. Possui caixa de ar no seu interior, o que incrementa a sua resistência térmica e acústica. Para além disto, é muito limpo e lavável. As desvantagens são mesmo o custo e o facto de poder sofrer fissuras ou romper em caso de esforços de compressão.



Fig.13 – Tijolo de Vidro [80]

3.1.5. BLOCOS ACÚSTICOS

Os blocos acústicos são utilizados em casos de maior exigência ao comportamento acústicos dos panos de alvenaria. Apresentam características de absorção sonora (α_{sabine}) e de redução sonora (R_w) superiores aos restantes tipos de blocos. São mais dispendiosos, mas ao mesmo tempo muito mais vantajosos noutras áreas. São normalmente feitos com betão leve e argila expandida. Têm, por isso, uma resistência à compressão superior aos tijolos e blocos cerâmicos e térmicos, mas, no entanto, são muito mais pesados.



Fig.13 – Bloco Acústico [81]

3.1.6. BLOCOS TÉRMICOS

Os blocos térmicos possuem um conjunto de características que garantem um isolamento térmico superior aos tijolos cerâmicos e são produzidos através de argila expandida. Estes blocos possuem diversas níveis de material, criando assim caixas de ar que melhoram o comportamento do bloco. Este pode ser uma fator preponderante na sua escolha como componente a utilizar nas paredes de alvenaria, o que apenas se verifica se a necessidade de isolamento térmico superior for superior à necessidade de reduzir no orçamento da obra. Estes blocos têm a vantagem de serem leves por causa do material que os constitui, mas, por outro lado têm a desvantagem de não facilitarem a abertura de roços, para além de serem pouco resistentes ao choque e absorverem bastante água.



Fig.14 – Bloco de Térmico [82]

3.1.7. BLOCOS DE GESSO

Os blocos de gesso são uma boa alternativa aos tijolos cerâmicos. De facto este tipo de bloco apresenta vantagens em diversos aspectos, os principais são o peso reduzido destes blocos, a facilidade de montagem e a falta de necessidade de acabamento por terem uma superfície bastante regular.



Fig.15 – Blocos de Gesso [83]

3.1.8. BLOCOS CELULARES AUTOCLAVADOS

Os blocos celulares autoclavados são fabricados a partir de betão celular autoclavado, o qual é um tipo de betão bastante leve. Estes blocos são fáceis de aplicar e bastante trabalháveis. A sua resistência acústica é superior às soluções mais tradicionais. São também bastante duráveis, o que reflecte uma vantagem importante.



Fig.16 – Bloco Celular Autoclavado [84]

3.1.9. BLOCOS SÍLICO-CALCÁRIOS

Os blocos sílico-calcários são produzidos através de cal virgem e sílica. São normalmente utilizados como blocos estruturais devido à sua resistência à compressão, sendo também as propriedades de resistência térmica e acústica. Em caso de serem utilizados como alvenaria estrutural, deverão ser perfurados para permitirem a passagem de armadura. Mais uma vez o revestimento é opcional.



Fig.17 – Bloco Sílico-Calcário [85]

3.1.10. BLOCOS DE BETÃO

Os blocos de betão são muito utilizados na construção Portuguesa, mais do que muitas das alternativas que são até semelhantes, dado que já existe um mercado mais amplo e uma maior tradição na sua utilização, embora não seja tão utilizado como o tijolo cerâmico. Estes blocos são utilizados em casos de necessidade de maior massa nos panos das paredes e em caso de estes necessitarem de ter alguma resistência, tal como em caves. O isolamento acústico que estes blocos proporcionam é também bom, sendo, no entanto, fracos em termos de isolamento térmico. O facto de este material ser forte e resistente criam problemas no caso de necessidade de abertura de roços.



Fig.18 – Blocos de Betão [86]

3.1.11. BLOCOS DE PEDRA

Numa época de menor sofisticação na construção, os blocos de pedra forma bastante utilizados na realização de paredes exteriores de habitações e outros tipos de empreendimentos. Estes blocos são muito utilizados na construção de muros de separação e de suporte, sendo que neste último tipo de muro não é tão utilizado hoje em dia em detrimento de materiais como o betão e aço (betão armado). No entanto, podem ser utilizados como elementos de alvenaria no caso de ser essa a intenção do projectista. As pedras utilizadas podem ser de várias espécies, sendo as principais a mármore, o granito, o xisto e a pedra calcária. Como alvenaria estrutural, todos estes tipos de espécies podem ser utilizados, sendo que devem ser tomadas em conta todas as características intrínsecas do material, pois este pode não ser a melhor opção para a obra em causa. Um tipo específico de material bastante utilizado é o perpianho de granito, principalmente em obras de reabilitação.



Fig.19 – Perpianho de Granito [87]

3.1.12. BLOCOS DE ADOBE

Os blocos de adobe são utilizados há já muito tempo, tendo até sido o primeiro tipo de material de alvenaria a surgir. O material do qual os blocos são feitos é argila, sendo este um material leve e fácil de obter e aplicar, sendo que o seu fabrico é ainda hoje levado a cabo à mão. Hoje em dia são ainda fabricados, mas a sua utilização é já bastante restrita, sendo que é até quase inexistente. São utilizados em paredes não estruturais e muros que não sejam de suporte, dado que a resistência a esforços de compressão e outros é bastante baixa.



Fig.20 – Blocos de Adobe [88]

4

Elementos de Alvenaria

4.1. PANOS DE ALVENARIA

A maioria dos panos de alvenaria realizados são relativos a paredes em edifícios, tanto interiores como exteriores, dada a grande importância de garantia que os espaços estão bem selados sem que se aumente o peso dos edifícios significativamente. Nesta tese os tipos de panos estudados são paredes simples, as paredes duplas e muros exteriores e de contenção. Estudam-se ainda panos de alvenaria armados e não armados.

Para se explicar o modo de execução dos panos de alvenaria já referidos é necessário que se abordem os pontos singulares que fazem parte do processo e ainda todas as contingências em causa. O objectivo desta abordagem é o de tornar visível o detalhe necessário nas FCC para que o controlo de qualidade seja o adequado. Desta forma pode garantir-se que os erros serão em muito menor número do que seriam sem a adequada discriminação de cada uma das etapas da execução dos panos de alvenaria.

4.1.1. PAREDES SIMPLES

As paredes simples de alvenaria são maioritariamente utilizadas como paredes divisórias na construção de edifícios em Portugal. Nestes casos, a função primordial dos panos de alvenaria é a de garantirem a separação e definição dos espaços interiores, bem como isolamento acústico entre as divisões. Obviamente que estas podem ser levadas a cabo com a função de paredes exteriores, o que sucede nalguns empreendimentos, tendo obviamente que ser acompanhadas de materiais de isolamento apropriados para garantir que o comportamento do pano de parede é adequado às exigências previamente definidas. As paredes simples não servem apenas como divisória numa mesma fração autónoma. Podem também ser realizadas com o intuito de constituírem o elemento de separação entre frações autónomas.

As paredes simples são de facto bastante correntes, o que leva a que a mão de obra seja bastante especializada comparativamente à utilizada para tipos de panos distintos. Obviamente que nem sempre se verifica a especialização elevada, uma vez que muitos dos empreiteiros não têm equipas com a experiência devida e, tentam ainda, realizar as tarefas o mais rapidamente possível. Esta é a principal razão pela qual o controlo de qualidade deve ser executado com o maior rigor possível, sendo fundamental que o processo esteja bem explícito para os elementos da equipa de fiscalização que realizarão esse mesmo controlo de qualidade.

Como paredes exteriores, as paredes simples têm as seguintes exigências:

- Impermeabilidade à água da chuva (menos corrente);

- Estanquidade ao ar exterior;
- Permeabilidade ao vapor de água;
- Possuir uma resistência mecânica tal que garanta que a alvenaria não fissura com eventuais cargas provocadas por deslocamentos, ou cargas altas no caso de ser uma parede estrutural;
- Isolamento acústico adequado;
- Isolamento térmico adequado;
- Divisão e proteção do espaço interior;
- Segurança ao fogo;
- Aligeirar estrutura por serem elementos bastante leves comparados com paredes de betão armado, por exemplo;
- Aspeto estético, tendo ou não revestimento colocado posteriormente, como é o caso de blocos e tijolos que necessitam de reboco ou outros tipo de revestimento. Devem no entanto, ter um alinhamento correto para garantir que o reboco tem a espessura certa sem ter que fazer correcções demasiado grandes a esse mesmo alinhamento (horizontalidade e verticalidade);
- Facilidade de manutenção;
- Durabilidade.

Estes requisitos devem estar bem definidos e claros para os intervenientes na especificação e execução dos panos de alvenaria. Só desta forma é possível que a qualidade seja garantida. E isto é dito pelo facto de a equipa de controlo de qualidade necessitar de controlar a execução para que o pano fique consoante o projeto.

Um dos cuidados que devem ser tidos na construção destes panos de parede é o de iniciar realização destes nos pisos o mais acima possível para evitar que existam assentamentos da estrutura que possam pôr em causa a integridade das alvenarias dos pisos inferiores. Recomenda-se por isso que se execute numa primeira fase a estrutura e, só então, se executem as alvenarias, começando dos pisos superiores para os inferiores. Como alternativa, no caso de o prazo ser curto, podem executar-se os panos de paredes em pisos não consecutivos, como por exemplo, no caso de um edifício de 7 pisos, começar pelo 2º piso, indo depois para o 4º piso e depois para o 6º piso e só depois se realizarem o 1º, o 3º, o 5º e o 7º respectivamente. Esta ordem deverá ser pensada consoante o tempo disponível para realização da tarefa em causa.

No caso da construção dos panos de parede ser feita à medida que os pisos são executados, pode fazer-se a parede em causa deixando a última fiada por realizar. No entanto isto acaba por complicar um pouco o processo e atrasá-lo uma vez que os trabalhadores têm necessariamente que alterar constantemente de pano de parede, ou seja, voltar mais tarde à parede em causa apenas por uma fiada.

As paredes simples podem ser de diversos tipos. As exigências feitas a estes tipos de paredes podem ser dos mais diversos tipos. Podem ser de diversos materiais e até armadas. Nas paredes simples armadas o tipo de material influencia o tipo de amadura permitida. Estes tipos de paredes simples são apresentados em subcapítulos separados. Nesta análise é também apresentada a cronologia de procedimentos.

4.1.1.1. Paredes Simples de Tijolo ou Bloco

Este estilo de parede é o mais utilizado para paredes divisórias. A sua realização como pano exterior é menos comum em Portugal em detrimento das paredes duplas. No entanto, este tipo de utilização não

é de todo descabido. O sistema capoto garante boa proteção ao pano de alvenaria e acima de tudo garante um bom comportamento térmico da parede no seu conjunto.

A cronologia de procedimentos para a realização de panos de parede de tijolo ou bloco é a seguinte:

Condições Prévias:

- Superfície nivelada;
- Superfície limpa e seca;
- Molhagem dos tijolos/blocos;
- Verificação dos alinhamentos dos elementos estruturais e correção das Anomalias da Estrutura;
- Chapisco do betão da estrutura (3 dias antes) ou picagem deste;
- Determinação das cotas das aberturas em toSCO;
- Marcação nos prumos das cotas das aberturas em toscos;
- Marcação nos prumos das cotas das fiadas de alvenaria.

Condições de Execução:

- ❖ Marcação das paredes:
 - Marcação do alinhamento da parede com fio ou régua e do raio em caso de paredes curvas;
 - Nivelamento da base da parede com argamassa.
- ❖ 1ª Fiada:
 - Assentamento dos tijolos / blocos de canto da 1ª fiada marcando assim os cunhais e os topos do pano;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação da localização do pano de parede;
 - Assentamento dos restantes tijolos / blocos da 1ª fiada;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e o pano;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada);
 - Verificação da largura das aberturas em toSCO;
 - Colocação dos prumos.
- ❖ Até cota inferior das aberturas:
 - Assentamento dos tijolos / blocos até altura (inferior) das janelas;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e o pano;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das cotas das aberturas em toSCO;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.
- ❖ Até padieiras ou caixas de estores:
 - Assentamento de tijolos / blocos até à cota das padieiras ou caixas de estores;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e o pano;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;

- Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
- Verificação das cotas das aberturas em toco;
- Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
- Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.
- ❖ Remate das ombreiras:
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos com furação à vista com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
- ❖ Fiada à cota das padieiras e caixas de estores:
 - Assentamento de uma fiada junto à padieira ou caixa de estores. Em padieiras comuns serve de cofragem;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e o pano;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano;
- ❖ Execução de Padieiras:
 - Execução de leito de argamassa para assentar os perfis em U das padieiras;
 - Colocação dos perfis das padieiras;
 - Colocação dos apoios da armadura das padieiras;
 - Colocação das armaduras das padieiras sobre os apoios;
 - Enchimento do perfil da padieira com argamassa de cimento, servindo os tijolos adjacentes como cofragem;
 - Cura da argamassa de cimento.
- ❖ Execução de Caixas de Estores:
 - Execução de leito de argamassa para assentar a caixa de estores;
 - Colocação da caixa de estores sobre o leito de argamassa;
 - Ligação da caixa de estores aos tijolos / blocos adjacentes com argamassa.
- ❖ Até as vigas de travamento:
 - Assentamento das fiadas até vigas de travamento;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e o pano;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano;
- ❖ Execução da estrutura de travamento:
 - Colocação das cofragens para estrutura de travamento (se existir). Apenas se coloca onde não tem alvenaria, pois esta pode servir de cofragem;
 - Betonagem dos pilares e vigas de travamento;
 - Cura do betão da estrutura de travamento.
- ❖ Até à penúltima fiada:
 - Assentamento dos tijolos / blocos fora a última fiada;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e o pano;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;

- Tapamento da furação dos tijolos ou blocos com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
- Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
- Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano;
- ❖ Execução da restante estrutura de travamento:
 - Colocação das cofragens para pilares de travamento na altura restante (se existir). Apenas se coloca onde não tem alvenaria, pois esta pode servir de cofragem;
 - Betonagem dos pilares de travamento;
 - Cura do betão da estrutura de travamento.
- ❖ Última Fiada:
 - Assentamento da última fiada após 24 horas com posterior camada de argamassa;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Remoção da argamassa em excesso;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.

Condições Posteriores:

- Proteção da parede com filme de plástico após dia de trabalho no caso da parede ficar exposta.

Após a finalização das paredes deve ser colocado um filme de plástico, em caso de chuva, para que o pano possa adquirir as propriedades previamente definidas. Este é um passo que muitas das vezes não é tido em conta e que, por isso, não é realizado. No entanto, pela razão anteriormente citada, é recomendado que seja levado a cabo. Deste forma o pano encontrar-se-á seco e não levará a que tanto a argamassa como o tijolo ou bloco em causa tenham um teor de água superior ao necessário nesta fase.



Fig.21 – Parede Simples [89]

4.1.1.2. Parede Simples de Alvenaria de Pedra

Este tipo de pano de parede não é tão corrente como o anteriormente apresentado. Isto acontece por ser um tipo de parede que não garante o conforto interior quando comparado com outros. É no entanto utilizado para espaços sem grandes exigências térmicas. A sua construção é principalmente feita em ambiente rural.

As exigências construtivas prendem-se sobretudo com o alinhamento dos blocos e com as execuções das juntas. As padieiras podem ser de diversos tipos, sendo que na cronologia apresentada estas são de bloco de pedra.

Em seguida são apresentados os procedimentos que deverão ser acrescentados à cronologia de procedimentos de paredes simples de tijolo ou bloco. Para consulta da cronologia de procedimentos completa devem consultar-se a FCC Paredes Simples de Tijolo/Bloco que se encontra no anexo A3.

Condições de Execução:

- ❖ Fiada à cota das padieiras e caixas de estores:
 - Assentamento de uma fiada junto à padieira;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.
- ❖ Execução de Padieiras:
 - Execução de leito de argamassa para assentar um bloco de dimensões superiores à abertura.

Neste tipo de pano de alvenaria não é feito o tapamento da furação dos tijolos dos cunhais ou dos topos no exterior por esta ser inexistente. Também é necessário ter em conta que não é realizada estrutura de travamento devido à resistência do pano de alvenaria de bloco de pedra.

4.1.1.3. Paredes Simples Armadas de Tijolo ou Bloco Maciço

Neste tipo de parede armada o tipo de tijolo ou bloco maciço limitam o tipo de armação a utilizar. No fundo, considera-se aqui que apenas é utilizado um tipo de tijolo ou bloco, não permitindo a utilização de nenhum que não o seja. Desta forma não se permite que sejam feitos pilares no interior da alvenaria. A armadura utilizada é bidimensional. Esta armadura é colocada nas juntas garantindo um melhor comportamento da parede. O tipo de alvenaria mais utilizado é tijolo maciço. O material das juntas utilizado neste tipo de parede é cimento de Portland, uma vez que este incrementa a resistência do conjunto bem como garante uma melhor proteção da armadura que contém.

Em seguidas é apresentada a cronologia de procedimentos relativa a paredes simples armadas de tijolo ou bloco maciço:

Em seguida são apresentados os procedimentos que deverão ser acrescentados à cronologia de procedimentos de paredes simples de tijolo ou bloco. Para consulta da cronologia de procedimentos completa devem consultar-se o anexo A3.

Condições de Execução:

- ❖ 1ª Fiada:
 - Execução do leito de cimento de Portland;
 - Colocação de armadura bidimensional;
 - Assentamento dos tijolos de canto da 1ª fiada marcando assim os cantos e as aberturas do pano;
 - Remoção do cimento em excesso;
 - Verificação da localização do pano de parede;
 - Assentamento dos restantes tijolos / blocos da 1ª fiada;
 - Remoção do cimento em excesso;
 - Verificação das condições do leito de cimento de Portland (1ª fiada);
 - Verificação das condições das juntas verticais (secas);

- Verificação da largura das aberturas em toco;
- Colocação dos prumos com as restantes fiadas marcadas.
- ❖ Até 3ª Fiada:
 - Execução da junta horizontal em cimento de Portland;
 - Colocação de armadura bidimensional em todas as juntas;
 - Assentamento dos tijolos das respetivas fiadas;
 - Remoção do cimento em excesso;
 - Verificação das condições das juntas horizontais de cimento de Portland;
 - Verificação das condições das juntas verticais (secas);
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.
- ❖ Restantes Fiadas Exceto 3 Últimas:
 - Colocação de armadura bidimensional de 3 em 3 fiadas;
 - Assentamento dos tijolos das respetivas fiadas;
 - Remoção do cimento em excesso;
 - Verificação das condições das juntas horizontais de cimento de Portland;
 - Verificação das condições das juntas verticais (secas);
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.
- ❖ Antepenúltima e penúltima fiadas:
 - Execução da junta horizontal em cimento de Portland;
 - Colocação de armadura bidimensional em todas as juntas;
 - Assentamento dos tijolos das respetivas fiadas;
 - Remoção do cimento em excesso;
 - Verificação das condições das juntas horizontais de cimento de Portland;
 - Verificação das condições das juntas verticais (secas);
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.
- ❖ Última fiada:
 - Execução da junta horizontal em cimento de Portland após 24 horas da fiada anterior;
 - Colocação de armadura bidimensional;
 - Assentamento dos tijolos das respetivas fiada;
 - Remoção do cimento em excesso;
 - Verificação das condições das juntas horizontais de cimento de Portland;
 - Verificação das condições das juntas verticais (secas);
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.

As padieiras e caixas de estores são colocadas da mesma forma que o apresentado na cronologia de procedimentos das paredes simples de tijolo ou bloco. Foram apresentadas diversas fiadas devido à diferença do número de fiadas de intervalo que a armadura bidimensional deve respeitar. Nas partes superiores e inferiores do pano é colocada armadura bidimensional em todas as juntas horizontais. Na parte mais central do pano a armadura bidimensional só é aplicada de 3 em 3 fiadas.

4.1.1.4. Paredes Simples Armadas de Tijolo ou Bloco Não Maciço

Neste tipo de paredes a armadura utilizada é já vertical e horizontal. A armadura horizontal é utilizada nas juntas de cimento de Portland das juntas horizontais. A armadura vertical é utilizada para a realização dos pilares. Estes encontram-se no interior dos tijolos ou blocos, sendo estes próprios para esta função. Podem utilizar-se tijolos ou blocos distintos nestas zonas para que a passagem da armadura e a betonagem sejam permitidas. Os restantes tijolos ou blocos podem ser doutro tipo. As juntas são também neste tipo de parede de cimento de Portland pelas mesmas razões já apresentadas.

As juntas verticais devem ser secas no caso de utilização de blocos ou tijolos de maior resistência mecânica, porque estes já têm uma boa resistência só por si.

Os procedimentos apresentados em seguida são os que não têm semelhança com as paredes simples armadas de tijolo ou bloco maciços. É possível consultar a cronologia de procedimentos completa no anexo A3. As verificações em falta foram já apresentadas nos tipos de pano de alvenaria anteriores.

Condições Prévias:

- Existência de armadura de chamada para os pilares do piso a executar.

Condições de Execução:

- ❖ 1ª Fiada:
 - Assentamento dos tijolos de canto e de aberturas da 1ª fiada com tijolos / blocos próprios para a armadura vertical;
- ❖ Até 3ª Fiada:
 - Colocação das armaduras verticais dos pilares ligando-as às de chamada da laje ou fundação (pode ser noutra fiada desde que especificada em caderno de encargos).
- ❖ Última fiada:
 - Betonagem dos pilares.

4.1.2. PAREDES DUPLAS

As paredes duplas de alvenaria são maioritariamente utilizadas como paredes exteriores, podendo ainda ter como função a divisão de habitações distintas. Já foram citadas as funções principais e os requisitos destas paredes aquando da apresentação das paredes simples, levando a que a apresentação destas seja desnecessária. No entanto é importante referir que a proteção contra as acções e elementos exteriores, bem como o isolamento térmico e acústico são as principais funções deste tipo de pano de parede.

As paredes duplas são de facto bastante correntes, tal como as paredes simples, o que, como já foi referido, tem a vantagem de a mão de obra ser mais especializada que a grande maioria das tarefas na construção. Normalmente a sua construção é feita em tijolo cerâmico em ambos os panos, podendo no entanto haver a combinação de dois materiais diferentes, ou seja, um material num pano e outro noutro pano.

Também se impõem neste tipo de parede as exigências construtivas relativas aos pisos em que são realizadas as paredes em primeiro lugar para não permitir que existam assentamentos que levam a problemas com algum dos panos existentes.

As paredes duplas podem ser constituídas por diferentes materiais. Estes materiais têm influência na forma de execução dos panos. No caso da utilização de blocos de pedra, o modo de execução é distinto dos restantes. Por esta razão a análise é separada em duas partes.

4.1.2.1. Paredes Duplas de Tijolo ou Bloco

Como paredes exteriores em edifícios correntes estas são as mais utilizadas. Os componentes mais empregues nestas paredes são os tijolos cerâmicos, não só pela sua facilidade de execução mas também devido ao seu custo e à sua leveza.

Existem algumas abordagens distintas à construção dos panos de alvenaria duplos, podendo os panos ser executados separadamente ou simultaneamente. No caso de serem construídos separadamente, pode realizar-se em primeiro lugar o pano interior e em seguida o exterior, ou vice-versa. No entanto,

neste trabalho de tese a abordagem é feita tendo em consideração que o levantamento de ambos os panos é feito simultaneamente. Isto facilita a colocação do isolamento e, mais importante ainda, a realização da estrutura de travamento, caso exista, bem como das padieiras.

A cronologia de procedimentos de paredes duplas de tijolo ou bloco é apresentada para que se possa ter uma noção das diferenças destas com os restantes tipos de panos de alvenaria. No entanto apenas se apresentam as condições de execução uma vez que as condições prévias e posteriores são iguais às anteriormente apresentadas.

Condições de Execução:

- ❖ Marcação das paredes:
 - Marcação do alinhamento da parede com fio ou régua e do raio em caso de paredes curvas;
 - Nivelamento da base da parede com argamassa.
- ❖ 1ª Fiada:
 - Assentamento dos tijolos / blocos de canto da 1ª fiada marcando assim os cunhais e os topos do pano;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação da localização do pano de parede;
 - Assentamento dos restantes tijolos / blocos da 1ª fiada;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada);
 - Verificação da largura das aberturas em toscar;
 - Colocação dos prumos.
- ❖ Até 3ª fiada (com fundo de caixa de ar):
 - Assentamento dos tijolos / blocos dos dois panos até à 3ª fiada;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos.
- ❖ Execução do fundo da caixa de ar:
 - Execução do fundo da caixa de ar em meia cana com argamassa;
 - Instalação de tela de impermeabilização no fundo da caixa de ar;
 - Instalação de tubos de PVC como dispositivos de drenagem.
- ❖ Até cota inferior das aberturas:
 - Assentamento dos tijolos / blocos dos dois panos até altura (inferior) das janelas;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);

- Verificação das cotas das aberturas em toco;
- Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
- Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos;
- Colocação do isolamento (se existir).
- ❖ Remate dos peitoris:
 - Assentamento de tijolos / blocos para fecho dos topos dos peitoris. Os tijolos devem estar atravessados e deitados para ligarem os panos. No pano onde a fiada não assenta deverá ser utilizado um tijolo / bloco de menores dimensões ou cortado;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos.
- ❖ Até padieiras ou caixas de estores:
 - Assentamento de tijolos / blocos até à cota das padieiras ou caixas de estores;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos;
 - Colocação do isolamento (se existir).
- ❖ Remate das ombreiras:
 - Assentamento de tijolos / blocos para fecho dos topos das ombreiras. Os tijolos devem estar atravessado para ligarem os panos. No pano onde a fiada não assenta deverá ser utilizado um tijolo / bloco de menores dimensões ou cortado;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos com furação à vista com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos.
- ❖ Fiada à cota das padieiras e caixas de estores:
 - Assentamento de uma fiada junto à padieira ou caixa de estores. Em padieiras comuns serve de cofragem;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos;
 - Colocação do isolamento (se existir).
- ❖ Execução de Padieiras:
 - Execução de leito de argamassa para assentar os perfis em U das padieiras;
 - Colocação dos perfis das padieiras;

- Colocação dos apoios da armadura das padieiras;
- Colocação das armaduras das padieiras sobre os apoios;
- Enchimento do perfil da padieira com argamassa de cimento, servindo os tijolos adjacentes como cofragem;
- Cura da argamassa de cimento.
- ❖ Execução de Caixas de Estores:
 - Execução de leito de argamassa para assentar a caixa de estores;
 - Colocação da caixa de estores sobre o leito de argamassa;
 - Ligação da caixa de estores aos tijolos / blocos adjacentes com argamassa.
- ❖ Até as vigas de travamento:
 - Assentamento das fiadas até vigas de travamento;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos;
 - Colocação do isolamento (se existir).
- ❖ Execução da estrutura de travamento:
 - Colocação das cofragens para estrutura de travamento (se existir). Apenas se coloca onde não tem alvenaria, pois esta pode servir de cofragem;
 - Betonagem dos pilares e vigas de travamento;
 - Cura do betão da estrutura de travamento.
- ❖ Até à penúltima fiada:
 - Assentamento dos tijolos / blocos dos dois panos fora última fiada;
 - Colocação dos grampos de solidarização entre panos;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Tapamento da furação dos tijolos ou blocos com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos;
 - Colocação do isolamento (se existir).
- ❖ Execução da restante estrutura de travamento:
 - Colocação das cofragens para pilares de travamento na altura restante (se existir). Apenas se coloca onde não tem alvenaria, pois esta pode servir de cofragem;
 - Betonagem dos pilares de travamento;
 - Cura do betão da estrutura de travamento.
- ❖ Limpeza da caixa de ar e colocação dos tijolos / blocos por onde esta foi feita:
 - Limpeza da caixa de ar através de tijolos / blocos em falta;
 - Assentamento dos tijolos / blocos por onde se fez a limpeza da caixa de ar;
 - Remoção da argamassa em excesso;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos.
- ❖ Última Fiada:
 - Assentamento da última fiada após 24 horas com posterior camada de argamassa;

- Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação);
- Remoção da argamassa em excesso;
- Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
- Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos.

Durante todo o processo de elevação dos panos de alvenaria é necessário proceder à remoção da argamassa em excesso das juntas para fazer com que estes sejam os mais lisos possível e, principalmente, para impedir que a caixa de ar perca espaço ou seja fechada.

O tapamento da furação dos tijolos ou blocos referido acima é feito com argamassa hidrófuga para impedir que entre água no pano de alvenaria. Este procedimento deve ser levado a cabo imediatamente após a execução de cada fiada.



Fig.22 – Parede Dupla [90]

4.1.2.2. Paredes duplas de pedra e outro

As paredes duplas com um pano de alvenaria de pedra e o outro pano com outro tipo de alvenaria são utilizadas quando se pretende que o exterior seja em pedra sem no entanto por em causa o conforto interior. Normalmente são utilizados tijolos furados no pano interior com uma caixa de ar entre os panos para garantir um bom isolamento térmico e um bom comportamento acústico.

Na execução destes panos a construção não é simultânea. Primeiro constrói-se o pano de pedra exterior. Durante a execução deste pano são já colocados os grampos de solidarização, bem como as ferragens. O pano interior existe mesmo para garantir o conforto. A sua execução é mais simples dado que o alinhamento já está definido. Além disso, este pano tem uma boa garantia de estabilidade uma vez que está ligado ao pano exterior, já executado, através de grampos.

O assentamento dos panos exteriores deve ser levado a cabo com argamassa nas juntas, caso contrário não se trata de alvenaria mas sim de cantaria. As padieiras no pano de alvenaria de pedra são consideradas na cronologia de procedimentos como sendo blocos de pedra. No entanto é também possível realizar em betão armado ou com perfis U. Apenas é necessário adaptar a cronologia. Também é possível construir uma caixa de estores neste mesmo pano devendo ser depois colocado um revestimento.

Muitas das informações dadas anteriormente acerca de outros tipos de panos de parede são também aqui aplicáveis.

Em seguida são apresentados os procedimentos que são acrescentados ou distintos dos presentes na cronologia de procedimentos relativa a paredes duplas de tijolo ou bloco. No anexo A3 é visível a cronologia de procedimentos completa deste tipo de pano de alvenaria.

Condições de Execução Pano Exterior:

- ❖ Execução de Padieiras (Pano Exterior em Pedra):
 - Execução de leito de argamassa e assentamento de um bloco de dimensões superiores à abertura.

Condições de Execução do Pano Interior:

- ❖ Nas fiadas em que esteja prevista a utilização de grampos:
 - Verificação da ligação dos dois panos com os grampos colocados no pano exterior;
- ❖ Remate dos peitoris:
 - Fecho dos topos com espuma de poliuretano.
- ❖ Remate das ombreiras:
 - Fecho dos topos com espuma de poliuretano.

A principal diferença deste tipo de pano de alvenaria é a de o pano exterior ser executado antes do interior. Além disto o pano exterior de alvenaria de pedra tem uma forma distinta de ser realizado.

4.1.3. MUROS EXTERIORES

Os muros são bastante correntes como delimitadores de propriedades privadas ou outros espaços. Nestes casos, a exigência é baixa em termos de comportamento mecânico e, obviamente, inexistente em termos de isolamento. A sua construção pode ser feita com recurso a diversos tipos de tijolos ou blocos, sendo que os mais correntes são os tijolos cerâmicos furados no caso de o muro possuir um revestimento posteriormente, ou, no caso de não existir revestimento, são utilizados tijolos cerâmicos maciços, os quais têm um acabamento muito mais interessante visualmente. No caso de muros com tijolo furado, deve ser executada uma estrutura de travamento em betão armado que impeça determinadas deformações ao longo do pano. Isto sucede frequentemente em muros mais longos e obviamente nos cantos destes.

4.1.3.1. Muros exteriores de tijolo ou bloco maciço

Os muros exteriores de tijolo cerâmico podem ser de tijolos maciços. Estes garantem um bom acabamento ficando à vista. A estrutura é normalmente disfarçada por tijolos maciços. Isto é visível na figura apresentada a seguir de muros compostos por tijolos maciços. É usual construir-se zonas de maior espessura que se tratam de tijolos cerâmicos maciços em torno de um pequeno pilar de betão, funcionando assim como os pilares de betão armado por incrementar a rigidez do elemento e impedir as deformações excessivas.



Fig.23 – Muro de tijolo maciço [91]

Normalmente não são utilizadas vigas de travamento neste tipo de muros. Isto porque o tijolo maciço é mais rígido garantindo mais facilmente que a integridade do pano de alvenaria não é posta em causa. Além disto é também mais pesado e tem todas as faces planas garantindo uma melhor aderência com a argamassa. Também o tijolo perfurado pode ser utilizado para aligeirar o pano, mas isto normalmente não se verifica porque este tipo de tijolo é mais utilizado em panos de alvenaria armados.

A cronologia de procedimentos é apresentada em seguida:

Condições Prévias:

- Limpeza e desflorestação do terreno para maior eficácia na escavação;
- Marcação da zona a escavar e da sua espessura;
- Escavação do terreno, deixando-o nivelado para a construção do muro;
- Construção de entivações (se necessário);
- Superfície nivelada;
- Superfície seca;
- Molhagem dos tijolos / blocos;
- Determinação das cotas das aberturas em tosco;
- Marcação nos prumos das cotas das aberturas em toscos;
- Marcação nos prumos das cotas das fiadas de alvenaria.

Condições de Execução:

- ❖ Execução da fundação:
 - Betonagem com uma camada betão leve com cerca de 5 centímetros para regularização do terreno;
 - Colocação da armadura no caso de se tratar de uma fundação de betão armado;
 - Betonagem da sapata de fundação;
 - Colocação das armaduras de chamada dos pilares;
 - Marcação do muro:
 - Nivelamento da base do muro com argamassa;
 - Colocação dos prumos;
 - Colocação dos fios de prumo.
- ❖ 1ª Fiada:

- Execução de leito de argamassa para assentamento dos blocos;
 - Assentamento dos tijolos / blocos dos cunhais, topos e em torno da zona dos pilares;
 - Verificação da localização do pano;
 - Verificação das zonas e tamanhos das aberturas em toco;
 - Assentamento dos restantes tijolos / blocos da 1ª fiada deixando os respectivos espaços para os pilares da estrutura de travamento;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Verificação dos espaços deixados para estrutura de travamento;
 - Verificação da horizontalidade e verticalidade do paramento;
 - Verificação das juntas.
- ❖ Até 3ª Fiada:
- Colocação dos prumos;
 - Colocação dos fios de prumo;
 - Assentamento das fiadas até 3ª fiada deixando os respetivos espaços para os pilares de travamento;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Colocação da armadura dos pilares da estrutura de travamento;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Verificação dos espaços deixados para estrutura de travamento;
 - Verificação das zonas e tamanhos das aberturas em toco;
 - Verificação da horizontalidade e verticalidade do paramento;
 - Verificação das juntas.
- ❖ Fiadas até padieiras:
- Colocação dos prumos;
 - Colocação dos fios de prumo;
 - Assentamento das restantes fiadas até padieira deixando os respetivos espaços para os pilares de travamento;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Verificação dos espaços deixados para estrutura de travamento;
 - Verificação das zonas e tamanhos das aberturas em toco;
 - Verificação da horizontalidade e verticalidade do paramento;
 - Verificação das juntas.
- ❖ Execução de Padieiras:
- Execução de leito de argamassa para assentar os perfis em U das padieiras, deixando cerca de 2 cm de cada lado para se colocar o revestimento cerâmico;
 - Colocação dos perfis das padieiras;
 - Colocação dos apoios da armadura das padieiras;
 - Colocação das armaduras das padieiras sobre os apoios;
 - Enchimento do perfil da padieira com argamassa de cimento, servindo os tijolos adjacentes como cofragem;
 - Cura da argamassa de cimento;
 - Revestimento da padieira com uma forra na forma de tijolo maciço.
 - Fiadas até vigas de travamento:
 - Assentamento das restantes fiadas até vigas de travamento deixando os respetivos espaços para os pilares de travamento;

- Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
- Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
- Verificação dos espaços deixados para estrutura de travamento;
- Verificação das zonas e tamanhos das aberturas em toco;
- Verificação da horizontalidade e verticalidade do paramento;
- Verificação das juntas.
- ❖ Execução da estrutura de travamento:
 - Colocação das cofragens para betonagem dos pilares e vigas da estrutura de travamento;
 - Betonagem dos pilares e das vigas da estrutura de travamento;
 - Descofragem dos pilares e das vigas da estrutura de travamento, após o tempo determinado em caderno de encargos para que o betão ganhe a presa necessária;
 - Cura do betão da estrutura de travamento após um determinado período.
- ❖ Fiadas após vigas de travamento:
 - Assentamento das restantes fiadas após vigas de travamento deixando os respetivos espaços para os pilares de travamento;
 - Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco;
 - Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos;
 - Verificação dos espaços deixados para estrutura de travamento;
 - Verificação da horizontalidade e verticalidade do paramento;
 - Verificação das juntas.
- ❖ Execução da restante estrutura de travamento:
 - Colocação das cofragens para betonagem dos pilares e vigas da estrutura de travamento;
 - Betonagem dos pilares e das vigas da estrutura de travamento;
 - Descofragem dos pilares e das vigas da estrutura de travamento, após o tempo determinado em caderno de encargos para que o betão ganhe a presa necessária.

As condições posteriores são iguais às apresentadas em todos os tipos de panos de alvenaria anteriores.

4.1.3.2. Muros Exteriores em Alvenaria de Tijolo ou Bloco Não Maciço

Os muros exteriores são muito utilizados para delimitar as propriedades. Entre os materiais mais utilizados estão os tijolos cerâmicos ou os blocos de betão. Obviamente que cada um destes tem as suas particularidades. Há que ter em conta que para muros com maiores exigências em termos de resistência é mais adequada a utilização de blocos de betão.

Neste subcapítulo abordam-se os muros exteriores em alvenaria de tijolo ou bloco simultaneamente devido ao processo de execução ser o mesmo. Normalmente os tipos de alvenaria mais utilizados são o tijolo cerâmico furado e em bloco de betão. Normalmente estes muros necessitam de estrutura de travamento que impeça as deformações excessivas dos panos. Normalmente esta estrutura é composta por fundações contínuas e por pilares e vigas de travamento. Em conjunto, estes elementos garantem uma maior rigidez do muro exterior em causa. A construção destes elementos vai sendo feita à medida que o pano vai sendo construído. Desta forma garante-se que o pano está estabilizado na zona já construída gerando menos problemas posteriormente para garantir a correta ligação entre as partes do pano de alvenaria. Além disto, não se pode esquecer que o pano tem que estar solidarizado com esta estrutura para que o comportamento do conjunto seja adequado. A solidarização é garantida através da utilização de ferragens que são colocadas na estrutura e no pano de alvenaria.

Em seguida é apresentado um exemplo de um muro exterior de alvenaria de tijolo cerâmico furado:



Fig.24 – Muro de tijolo furado [92]

Por forma a demonstrar que a aplicação é bastante semelhante apresenta-se em seguida um muro exterior em alvenaria de bloco de betão:



Fig.25 – Muro de blocos de betão [93]

O modo de execução de muros não estruturais é semelhante ao das paredes em edifícios. No entanto existem nuances que há que ter em conta. Nestes muros a estrutura é realizada após a elevação dos panos, tal como pode ser verificado nas figuras anteriores. Isto acontece porque os elementos estruturais, neste caso pilares, não necessitam de possuir uma capacidade resistente elevada.

Os procedimentos que diferem dos apresentados na cronóloga de procedimentos relativa aos muros exteriores de tijolo ou bloco maciço são apresentados em seguida:

Condições de Execução:

- ❖ Todas as fiadas:
 - Assentamento dos restantes tijolos / blocos da 1ª fiada deixando os respectivos espaços para os pilares da estrutura de travamento;

Não existem tijolos ou blocos em torno dos pilares.

4.1.3.3. Muros Exteriores em Alvenaria de Pedra

Muitas das vezes os muros exteriores são de alvenaria de pedra. Em meio rural verifica-se a existência destes muros tanto para delimitar habitações como para delimitar propriedades. No entanto, nem todas

as vezes se tratam de muros de pedra de alvenaria, sendo muitas das vezes muros de pedra em cantaria. A distinção é feita pela utilização de argamassa nos muros de alvenaria de pedra. A argamassa utilizada garante uma maior estabilidade ao muro incrementando a união entre os blocos. Por sua vez, a resistência dos muros de pedra em cantaria depende unicamente do imbricamento dos blocos. Por esta razão, os blocos utilizados em muros de pedra em cantaria têm necessariamente que ser mais regulares e que garantir um bom encaixe entre eles. Só desta forma a estabilidade do muro será garantida. No entanto, os muros de pedra em cantaria não são abordados neste trabalho de tese dado que este é relativo a alvenarias. De qualquer forma os procedimentos não são muito distintos bastando por isso fazer apenas algumas pequenas alterações ao sistema de controlo de qualidade a levar a cabo pela equipa de controlo de qualidade.

Os muros de alvenaria de pedra têm uma boa resistência por terem uma boa ligação entre os blocos que os constituem. Além disso, essa maior estabilidade e resistência permitem que a base do muro não necessite de ter uma espessura maior que a do muro que esta suporta. Esta base é também ela constituída por blocos de pedra do mesmo género dos restantes, sendo a única diferença o facto de estes estarem enterrados. No entanto a argamassa não tem só vantagens. De facto, a utilização da argamassa pode pôr em causa a durabilidade do muro. A razão para isto prende-se com as propriedades de impermeabilização das juntas de argamassa. O que acontece é que quando os blocos de pedra absorvem água não a podem perder por todas as faces. As juntas impossibilitam a drenagem das águas que se encontram no interior do muro, fazendo com que o processo de secagem deste seja muito lento. Isto põe em causa a integridade do muro devido ao efeito gelo/degelo que acontece com a mudança de temperaturas, sendo que este efeito é mais desfavorável em zonas com um clima mais ameno. O efeito de gelo/degelo leva a que a água que se acumulou entre os blocos e a argamassa ganhe e perca volume. Isto leva à degradação e quebra da argamassa utilizada, sendo que é isto que põe a durabilidade do muro em causa. A única forma de reduzir este efeito negativo é a utilização de argamassa de cal dado que este tipo de argamassa facilita a drenagem da água para o exterior, embora nunca de uma forma rápida e eficaz. Esta falta de drenagem contrasta com os muros de pedra em cantaria, uma vez que a não utilização de argamassa não coloca barreiras impermeáveis entre os blocos, possibilitando assim a drenagem da água pelos espaços não preenchidos no interior do muro.

A construção destes muros é bastante simples, sendo que no entanto se deve garantir o adequado alinhamento do pano para que não existam problemas relacionados com a falta de equilíbrio. Desde a base que o conjunto de procedimentos necessários é relativamente repetitivo. Não são sequer necessários dispositivos de drenagem. Isto porque não existe solo a cobrir nenhuma das faces do muro. Na cronologia de procedimentos fala-se em fiadas para o caso de os blocos terem dimensões regulares. No entanto, caso isto não se verifique, a alteração é pequena. Isto porque os blocos podem ser utilizados de forma aleatória, mas sem nunca porem em causa o equilíbrio do muro.

Os muros de pedra podem ter um revestimento que lhes proporciona um aspeto melhorado. Este revestimento é garantido por blocos de espessura baixa e de acabamento superior, dando ao muro um aspeto mais liso. Além disso, nestes casos, não é visível nenhuma junta de argamassa. Um exemplo é apresentado na imagem seguinte.



Fig.26 – Muro de pedra com revestimento [94]

Em seguida é apresentada a cronologia de procedimentos de muros exteriores de alvenaria pedra, estando previstas as condições prévias, as condições de execução e as condições posteriores.

Condições de Execução:

- ❖ Execução da fundação:
 - Betonagem com uma camada betão leve com cerca de 5 centímetros para regularização do terreno;
 - Execução de fundação com blocos pedra ligadas por argamassa;
- ❖ 1ª Fiada:
 - Colocação dos prumos;
 - Colocação dos fios de prumo.
 - Execução de leito de argamassa para assentamento dos blocos;
 - Assentamento de blocos dos cunhais;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada);
 - Assentamento de blocos (de dimensões superiores aos restantes) nos topos de aberturas da 1ª fiada;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa;
 - Verificação da localização do pano;
 - Assentamento dos restantes blocos da 1ª fiada;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada);
 - Verificação do largura das aberturas em tosco.
- ❖ Até cota das padieiras:
 - Execução de leito de argamassa para assentamento dos blocos;
 - Assentamento de blocos dos cunhais, garantindo o imbricamento dos blocos;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada);
 - Assentamento de blocos (de dimensões superiores aos restantes mas reduzindo de fiada para fiada) nos topos de aberturas;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa;
 - Verificação da localização do pano;
 - Assentamento dos blocos sobre leito de argamassa até altura das padieiras;
 - Remoção da argamassa em excesso;
 - Verificação das cotas das aberturas em tosco;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.

- ❖ Fiada à cota das padieiras e caixas de estores:
 - Assentamento de uma fiada junto à padieira;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade do pano.
- ❖ Execução de Padieiras:
 - Execução de leito de argamassa para assentar um bloco de dimensões superiores à abertura;
 - Colocação do bloco de pedra da padieira.
- ❖ Restantes fiadas:
 - Execução de leito de argamassa para assentamento dos blocos;
 - Assentamento de blocos dos cunhais, garantindo o imbricamento dos blocos;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada);
 - Assentamento de blocos (de dimensões superiores aos restantes mas reduzindo de fiada para fiada) nos topos de aberturas;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa;
 - Verificação da localização do pano;
 - Assentamento dos blocos sobre leito de argamassa;
 - Remoção da argamassa em excesso;
 - Verificação das cotas das aberturas em toco;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos.

Foi apresentada a cronologia de procedimentos na sua totalidade devido ao elevado número de diferenças entre a execução deste tipo de pano de alvenaria e os restantes já apresentados.

As padieiras consideradas são de bloco de pedra de um tamanho superior ao da abertura em causa. Poderiam ser de outros géneros, como por exemplo em arco de pedra. Mais uma vez as alterações a realizar na cronologia de procedimentos apresentada seriam poucas. No entanto, normalmente estas apenas se utilizam em aberturas pequenas. Em aberturas maiores é usual interromper o pano por completo. Nos topos relativos a estas aberturas podem-se optar por várias opções. As soluções mais adequadas são a realização de topos escalonados com os maiores blocos de pedra na base e a realização de topos dentados em que se utilizam blocos maiores e menores alternadamente. Os cunhais deverão ser executados para que haja uma boa ligação entre os panos que se intercetam. Isto é garantido pelo imbricamento dos blocos dos panos, tal como nos cunhais de panos de alvenaria de tijolo cerâmico por exemplo. Este imbricamento pode ser garantido por blocos de dimensões similares aos restantes ou por blocos de dimensões superiores. Outra solução é a utilização de blocos de canto como se de um pilar se tratasse. Estes blocos podem ser arredondas e diminuem de dimensão à medida que a altura aumenta.

4.1.4. MUROS DE CONTENÇÃO DE TERRAS

Os muros de contenção de terras podem ser de vários tipos. Normalmente são em betão armado ou constituídos por gaviões. No entanto, no contexto de alvenarias convém estudar apenas os muros de contenção de terras constituídos por blocos de pedra. No subcapítulo seguinte este tipo de pano de alvenaria é apresentado com detalhe.

4.1.4.1. Muros de Contenção de Terras em Bloco de Pedra

Os muros de contenção ou suporte de terras são muitas vezes construídos em betão. No entanto, poderão também ser construídos em alvenaria de pedra. Este é o tipo de alvenaria mais utilizado para muros de contenção, dado que a grande maioria dos restantes não possui a resistência necessária. A solução depende do projectista e do meio onde o muro vai ser implantado. Os muros de contenção em alvenaria de pedra são muito usuais em meios mais rurais, podendo também ser executado noutro tipo de ambientes. A sua apresentação é muito importante, sendo que, nalguns casos, se utiliza betão ou blocos de pedra mais regular para revestimento exterior. Isto acontece em casos em que os blocos de pedra utilizados não têm formas que permitam um bom encaixe em que seja necessária uma grande quantidade de argamassa. A parte exterior em pedra regular é o tipo de acabamento mais usual, podendo estes blocos serem ou não resistente. Tudo depende das dimensões dos blocos e ligações entre estes.

Os esforços a que muro é submetido devem ser tidos em conta para se obter um dimensionamento correto. Os projectistas têm isto em mente para a escolha dos materiais e das suas dimensões. O muro de contenção tem que ter uma capacidade resistente superior ao esforço atuante, garantindo assim a estabilidade do muro e do maciço adjacente. De facto, os muros são até sobredimensionados tendo uma espessura superior à necessária. Isto ajuda a cobrir certos problemas garantindo a integridade do elemento. Estes muros são também chamados de muros de gravidade pois a resistência deste elemento depende do seu peso. Os blocos são ligados por argamassa para impedir que hajam deformações e deslocamentos dos blocos em relação aos restantes e para impedir que existam escoamentos de água com material do maciço. A água devem ser drenada, mas não através dos blocos. A forma adequada de garantir este escoamento é construir um dispositivo de drenagem na base do muro na parte interior. Esta mesma drenagem é de grande importância dado que o maciço a suportar pode ganhar bastante peso e volume devido à água, agravando-se o impulso que este provoca. Isto pode levar a deformações do muro ou a problemas relacionados com o facto de o maciço não conseguir absorver mais água.

Um exemplo de um muro de contenção de terras em alvenaria de pedra é dado na figura seguinte:



Fig.27 – Muro de contenção em alvenaria de pedra [95]

A cronologia de procedimentos é apresentada na sua totalidade dado que este tipo de pano de alvenaria tem muito poucas semelhanças com os restantes. Em seguida é visível essa mesma cronologia:

Condições Prévias:

- Limpeza e desflorestação do terreno para maior eficácia na escavação;
- Marcação da zona a escavar e da sua espessura;
- Escavação do maciço a suportar;
- Escavação do terreno, deixando-o nivelado para a construção do muro;
- Construção de entivações (se necessário);

- Superfície nivelada;
- Superfície seca;
- Marcação nos prumos das cotas das fiadas de alvenaria.

Condições de Execução:

- ❖ Execução da fundação:
 - Betonagem com uma camada betão leve com cerca de 5 centímetros para regularização do terreno;
 - Colocação da armadura no caso de se tratar de uma fundação de betão armado;
 - Betonagem da sapata de fundação;
 - Colocação da armadura dos pilares.
- ❖ 1ª Fiada:
 - Nivelamento da base do muro com argamassa;
 - Colocação dos prumos;
 - Colocação dos fios de prumo;
 - Execução de leito de argamassa para assentamento dos blocos;
 - Assentamento de blocos de canto da 1ª fiada;
 - Verificação da localização do pano;
 - Assentamento dos restantes tijolos / blocos da 1ª fiada;
 - Colocação de drenos (tubos de PVC) consoante especificado em projecto;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada);
 - Verificação da localização do pano;
 - Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa.
- ❖ Restantes fiadas:
 - Execução de leito de argamassa para assentamento dos blocos;
 - Assentamento dos blocos da fiada sobre leito de argamassa até altura das padieiras;
 - Colocação de drenos (tubos de PVC) consoante especificado em projecto;
 - Remoção da argamassa em excesso;
 - Verificação das condições das juntas verticais e horizontais;
 - Verificação da verticalidade e da horizontalidade ou inclinação do pano.
- ❖ Execução de dispositivos de drenagem:
 - Colocação da tela impermeabilizante;
 - Instalação do tubo de drenagem;
 - Colocação da membrana drenante;
 - Colocação de tela geotêxtil.
- ❖ Recolocação do maciço:
 - Assentamento do maciço junto ao paramento;
 - Compactação do maciço.

O sistema de drenagem discriminado para a execução dos muros de contenção é tecnologicamente mais avançado que outros. Muitas vezes utilizam-se produtos naturais, os quais ocupam mais espaço no maciço a suportar. São normalmente compostos por materiais de diferentes granulometrias em diferentes níveis, sendo que os materiais mais grossos se encontram na parte superior e os mais finos na parte inferior. Isto permite que a água seja escoada sem que seja perdido material do maciço. No entanto, muitas das vezes os muros são de dimensões bastante elevadas. Por esta razão o sistema de drenagem atrás referido pode não ser suficiente. E isto pode acontecer se houver uma grande quantidade de água no solo, levando a que o sistema em causa não tivesse capacidade suficiente. Isto permitia que o maciço ganha-se peso, o que embora não pusesse em perigo o muro poderia não ser

bom para a sua durabilidade. Os tubos de PVC permitem que haja um escoamento das águas a diferentes cotas, sendo que em número suficiente podem drenar muita da água no maciço.

4.1.5. PONTOS PARTICULARES

Para que se possa perceber plenamente o modo de realização de panos de parede de alvenaria há que focalizar alguns pontos que, no caso de não serem executados convenientemente, podem levar a erros que põem em causa a integridade de todo o elemento. De facto, todo o processo é importante, passando, inclusive, pelo modo de assentamento dos tijolos e a execução das padieiras. Os subcapítulos seguintes visam explicar claramente o processo de execução e pontos mais importantes de cada um dos casos essenciais na elaboração de panos de alvenaria.

4.1.5.1. Assentamento dos Tijolos/Blocos e Juntas Verticais e Horizontais

Existe um conjunto de disposições básicas que devem ser seguidas aquando da construção de panos de alvenaria. A principal prende-se com a colocação da argamassa de uma forma correta no tijolo ou bloco em causa. Deve ser tido em conta o tipo de material utilizado, pois a colocação correta da argamassa depende muito das características finais esperadas do pano. Em caso de se tratar de tijolos ou blocos cerâmicos é importante que estes sejam assentes sobre um leito de argamassa uniforme, ou pelo menos em duas tiras de argamassa em ambas as extremidades da fiada inferior. Obviamente que isto estará especificado em projeto, tal como a argamassa que se coloca na parte lateral do tijolo ou bloco a colocar, podendo até ser especificado nesse mesmo projeto que não deva ser colocada argamassa nessa mesma parte do tijolo, ou seja, que se deverá realizar uma junta seca. No caso de ser necessária a sua colocação, nos tijolos cerâmico furados, deve garantir-se que entra nestes uma quantidade de argamassa suficiente por forma a garantir que existe uma boa aderência entre os dois materiais. Nos tijolos e blocos acústicos a camada de argamassa deverá garantir uma boa ligação entre estes e o tijolo ou bloco seguinte para impedir a propagação do som nos espaços. A espessura de argamassa nas juntas verticais e horizontais a garantir deverá também ser especificada em projeto, pese embora o facto de essa camada não poder ser controlada convenientemente, dado que o método de colocação é pouco preciso e ainda porque o tijolo ou bloco em causa é carregado retirando alguma argamassa em excesso. Devem ser por isso garantidos valores o mais próximo possível do especificado, sem no entanto se ter em mente que o rigor é absoluto e que por isso existirão diferenças ao longo da junta, embora se deva garantir que a diferença não é grande para que o alinhamento seja adequado.



Fig. 28 – Juntas de Argamassa num Pano de Alvenaria de Tijolo Cerâmico

O modo como são colocados os tijolos ou blocos é bastante importante. Garantir que o contra-fiado é executado convenientemente leva a que o pano tenha um melhor comportamento tanto em termos de esforços como também de variações dimensionais. Além disso garante que o pano de alvenaria tem as suas ligações muito mais bem distribuídas.

4.1.5.2. Paredes Curvas

As paredes curvas devem ser executadas tendo em conta que a definição do raio em obra é bastante importante. A definição do raio é bastante simples. Basta definir o centro do círculo e colocar um fio que tenha um comprimento igual ao raio. Depois desta tarefa pode proceder-se à execução do leito de argamassa para assentar a 1ª fiada.

4.1.5.3. Cunhais

Os cunhais são muitas das vezes uma fonte de problemas por serem mal executados. De facto, o modo como se encaixam os blocos ou tijolos é bastante relevante. A principal preocupação a ter em conta prende-se com o facto de os tijolos e blocos com furação poderem ser mal aplicados. Se em panos exteriores a furação se encontrar à vista é necessário proceder à aplicação de uma camada de argamassa hidrófuga. Isto porque se a furação não for tapada pode entrar água para o tijolo ou bloco ou ainda resíduos. Isto levaria à degradação do elemento de alvenaria e poria em causa todo o funcionamento do pano.



Fig. 29 – Cunhal

4.1.5.4. Dispositivos de Drenagem e Caixa de Ar

Os dispositivos de drenagem são essenciais em paredes duplas com caixa de ar para permitir que as águas que se acumulam no interior desta têm uma saída possível. Mas, primeiramente, é necessário analisar as caixas de ar, sendo que estas, muitas das vezes, têm problemas devido à má construção que levam a que a drenagem das águas seja impossibilitada. Os problemas mais correntes são relacionados com a ocupação do espaço que seria relativo às caixas de ar. Por esta razão é necessário garantir em obra que se cumprem todos os procedimentos que levam ao bom funcionamento do conjunto caixa de ar e dispositivo de drenagem. Estes procedimentos passam por verificar que é retirada toda a argamassa em excesso proveniente do assentamento dos tijolos ou blocos e por garantir que é feita a limpeza da caixa de ar.

O dispositivo de drenagem é constituído por argamassa em meia cana e deve ter uma inclinação que permita que toda a água possa ser transportada para o exterior da parede. Esta meia cana de argamassa é revestida com uma membrana impermeabilizante para impedir que haja desgaste da argamassa. A saída é feita através de um pequeno tubo de PVC que passa através do pano exterior de alvenaria.

4.1.5.5. Padieiras e Caixas de Estore

As padieiras são necessárias para garantir o suporte dos tijolos ou blocos por cima das aberturas, tais como portas e janelas. Sem estes elementos acabariam por haver deformações na alvenaria que podiam acabar na rotura de alguns tijolos ou blocos.

As padieiras podem ser de diversos tipos. Em construções em pedra, estas eram constituídas por blocos de pedra mais longos ou por uma peça única de madeira.



Fig.31 – Padieira em madeira [96]

Em construções mais recentes, utilizam-se blocos em U com o interior preenchido por armadura e argamassa de cimento. Estes blocos, ou perfis, podem ser contínuos ou descontínuos, sendo que os contínuos são de mais fácil aplicação pois é apenas necessário proceder à sua colocação sobre um leito de argamassa. Nos descontínuos é necessário proceder à ligação de todos os blocos. Os blocos podem ser de diversos materiais, podendo ate ser apenas um longo bloco ou uma vigota revestida posteriormente em ambas as faces, ou ainda ser betonada uma viga nesta zona caso se justifique. De qualquer forma deverá ser especificado em projeto o tipo de padieira, bem como a sua armadura. No caso de blocos em U, a armadura tem uma configuração como a que se encontra na figura seguinte.

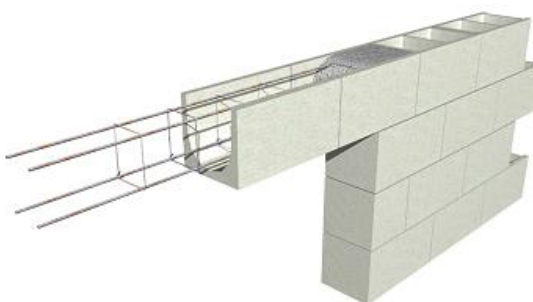


Fig.32 – Padieira com blocos em U e armadura [97]

A armadura acaba por ser executada como a de uma viga normal, não necessitando no entanto de possuir tanta resistência como essas. No fundo, estes blocos servem de cofragem, dado que no seu interior existe argamassa de cimento e armadura como noutra viga qualquer. Os blocos são normalmente de betão dada a sua elevada resistência e melhor solidarização com a argamassa de cimento colocada no seu interior.

O tipo de padieira abordado neste trabalho é o perfil contínuo em U, sendo o modo de execução descrito nos subcapítulos referentes a paredes simples e a paredes duplas. No entanto explica-se aqui, mais uma vez o modo de execução. As padieiras deverão estar assentes sobre um leito de argamassa em cada uma das suas extremidades. O comprimento de apoio deverá ser especificado pelo projectista, sendo que esse comprimento é o que garante um bom apoio da padieira no pano de alvenaria. Ao executar-se o assentamento de uma ou mais fiadas junto às extremidades da padieira garante-se uma cofragem lateral para o posterior assentamento de argamassa de cimento. Mas antes disso deve-se colocar a armadura sobre os seus respectivos apoios. Esta armadura incrementa a resistência da padieira em causa.

Muitas das vezes as padieiras são executadas em betão armado sem qualquer perfil. Para isto é necessário que se coloquem cofragens que permitam a betonagem posteriormente. Isto é feito quando o orçamento é mais curto. Este tipo de padieira é executado com bastante frequência.

Em paredes exteriores com aberturas para janelas ou portas de varandas o mais usual é utilizar uma caixa de estore. Estes elementos podem ser construídos em diversos materiais, como por exemplo de betão armado e metálicas. As abordadas na cronologia de procedimentos são as caixas de estore metálicas por ser mais compactas e fáceis de colocar. Estas são pré-fabricadas, o que é uma vantagem em relação às restantes padieiras no que toca ao tempo.

As caixas de estore são elementos importantes dado que oferecem proteção às janelas. A perda de calor durante a noite é uma dessas alturas. As protecções impedem trocas de grandeza muito elevada e permitem ainda proteção contra elementos exteriores à habitação. No entanto, as caixas de estore têm o problema de constituírem pontes térmicas que deverão ser evitadas. O que acontece é que estas permitem que haja circulação pela parte superior, o que não é bom para a manutenção da temperatura interior e para o gasto de energia. Por esta razão as caixas de estores deverão ser isoladas em ambas as faces para impedir que se criem estas pontes térmicas. Mas a função mais relevante das caixas de estore para os panos de alvenaria é a de padieira suportando a alvenaria acima.

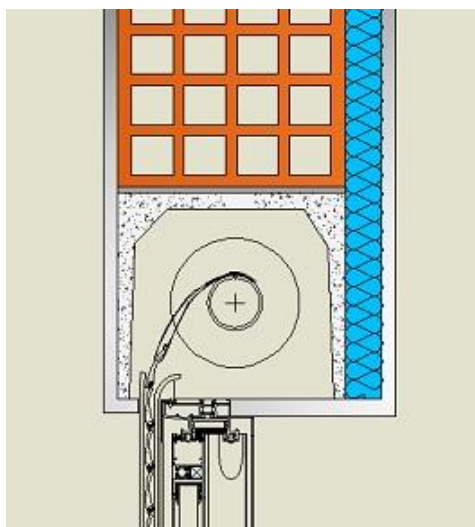


Fig.33 – Caixa de Estore [98]

O método de montagem das caixas de estore é semelhante ao das padieiras no que toca à sua colocação no pano de alvenaria. É necessário realizar um leito de argamassa que permita a ligação entre a alvenaria e a caixa de estore. Desta forma garante-se uma boa ligação entre a caixa de estore e a alvenaria incrementando a resistência do pano. Este é o único ponto em que as caixas de estores têm semelhanças com as restantes padieiras. As caixas de estore são apenas colocadas e depois é realizado o respectivo trabalho de montagem do estore. Não existe qualquer assentamento de argamassa de cimento para enchimento. Isto porque, como já foi referido, as caixas de estore são pré-fabricadas.

4.1.5.6. Remates de Ombreiras e Peitoris

As ombreiras são partes verticais das portas e das janelas. Estas são executadas depois do pano de alvenaria estar concluído. Por esta razão, o processo de execução de ombreiras não se encontra na explicação de construção de panos de alvenaria simples nem duplos. No entanto o remate das ombreiras é bastante importante. As aberturas nos panos implicam a interrupção de elementos importantes nestes. De facto, o elementos em causa são a caixa de ar e o isolamento, os quais deverão ser protegidos. Normalmente a solução utilizada para proteção dos elementos já referidos passa pela colocação nos topos das ombreiras do pano de uma espuma de poliuretano ou então pela colocação de prumos de madeira tratados. No entanto o modo mais adequado é a utilização de tijolos ou blocos do género da alvenaria usada. A execução deverá ser cuidada, uma vez que o encaixe tem que ser adequado. No fundo, tem que se proceder ao assentamento de um tijolo ou bloco num dos panos que permita o fecho do topo da ombreira, sendo que no outros pano se coloca um tijolo ou bloco mais pequeno ou cortado. Não se deverá permitir a aplicação de tijolos ou blocos partidos pois estes perderam muitas das suas características. Os tijolos ou blocos de dimensões menores são comprados com o objetivo de realizar o fecho dos topos desta forma. A solução apresentada para fecho dos montantes das ombreiras tipo de solução é desvantajosa termicamente no caso de isolamento pelo interior. No entanto é vantajoso para proteção do pano de parede e será uma ajuda à execução das ombreiras.



Fig.34 – Peitoril

Os peitoris são elementos colocados na parte inferior das janelas. A montagem destes é também posterior à execução do pano de alvenaria. Mas os remates, tal como os remates das ombreiras, devem ser levados a cabo durante a execução da parede. Os métodos são mais uma vez os mesmos já referidos, sendo também utilizados tijolos ou blocos para que a interrupção do pano aquando do aparecimento da abertura. Neste caso os blocos são colocados deitados. Não se poderão esquecer as cotas das aberturas em tosco, para garantir um bom encaixe das peças de acabamento.

4.1.5.7. Estrutura de Travamento

A estrutura de travamento é uma estrutura realizada para garantir a estabilidade dos panos de parede de alvenaria de grande extensão e altura, sendo que a sua execução não é feita aquando da estrutura do edifício. Estas estruturas vão sendo executadas simultaneamente com os panos de alvenaria. Como a exigência não é tão alta, a betonagem é feita contra a própria alvenaria dos lados em que esta existe e contra cofragem dos lados em que não. Isto passa-se tanto para as vigas de travamento como para os pilares de travamento. A armadura deve ser especificada em projeto, sendo que não será de elevada resistência por apenas precisar de suportar o seu peso próprio e o da alvenaria acima.



Fig.35 – Pilares de travamento

4.1.5.8. Solidarização Entre os Panos em Paredes Duplas

A solidarização entre dois panos de parede é importante para garantir que o comportamento deste é o mais homogêneo possível. Os elementos que garantem essa solidarização são os grampos. Estes são pequenas peças metálicas que são colocadas nas juntas de argamassa e que ligam os dois panos de alvenaria. A utilização de grampos torna-se essencial para impedir que os panos tenham deslocamentos distintos, sendo que um dos panos impede a deformação em demasia do outro. Os panos exteriores estão normalmente mais sujeitos a variações dimensionais devido às maiores variações de temperatura. Quando o pano exterior se expande tende a variar a distância em relação ao pano interior. Com a utilização de grampos de solidarização as variações de distância são menores e o deslocamento dos panos também.



Fig.36 – Exemplo de grampo de solidarização entre panos de alvenaria [99]

Os grampos podem ser de diversos tipos. Cada um deles tem um tipo de aplicação próprio. Alguns têm apenas a função de ligação, sendo que outros têm funções sísmicas ou até térmicas. Os grampos

normais são simples em termos de desenho e podem até ser ajustáveis. Os grampos de travamento e reforço para ações sísmicas permitem solidarizar o comportamento do pano de uma forma mais eficaz em caso de um problema ligado com sismos. O desenho destes últimos é já mais complexo, tendo mais aço, o qual está ligado entre si de formas mais eficazes. Os grampos de corte de ponte térmica são bons para casos, que como o nome indica, existam pontes térmicas. Em casos que seja necessário passar através de isolamento térmico é necessário colocar grampos com as pontas em espiral, para que desta forma possam perfurá-lo sem o danificar.

4.1.5.9. Ligação do Pano de Alvenaria à Estrutura

A ligação dos panos de alvenaria à estrutura pode ser executada de várias formas. Todas elas têm o mesmo objectivo. Esse objetivo é o de garantir que os panos de alvenaria estão confinados e bem seguros. A estrutura impede que os panos se desloquem, fazendo com que a segurança e a qualidade da construção sejam incrementadas. A ligação é normalmente feita através do chapisco de betão, que no fundo é projecção de uma pequena camada de argamassa com traço 1: ou 1:1 contra o betão. Apenas após 3 dias se poderá executar a parede de alvenaria. Isto porque desta forma a argamassa tem mais presa. Esta técnica funciona por haver uma superfície irregular à qual irá aderir a argamassa colocada posteriormente para colocar os tijolos ou blocos. Outra solução passa pela picagem do betão. Esta solução deve ser alvo de um maior controlo para garantir que a picagem não é feita a uma profundidade muito elevada no elemento de betão. Mais uma vez o efeito é o mesmo, mas o tempo de espera necessário é reduzido drasticamente, uma vez que o betão já está curado. Para incrementar o efeito de ligação pretendido devem-se colocar elementos metálicos na estrutura cujas ligações serão feitas com os leitos de argamassa das juntas. Estes elementos são pequenas ferragens que são cravadas nos pilares ou paredes resistentes. São utilizados pequenos diâmetros para permitir que as juntas tenham um tamanho adequado. Estas ferragens são normalmente colocadas de 3 em 3 fiadas, mas o valor pode ser distinto, tendo este que estar especificado em caderno de encargos.



Fig.37- Exemplo de ferragem de solidarização entre pano e estrutura

4.1.5.10. Roços

Os roços são aberturas nos panos de alvenaria. Estes visam garantir a passagem das canalizações e das tubagens eléctricas. Os roços são quase sempre abertos em panos interiores, dado que os exteriores

têm exigências comportamentais muito mais elevadas. As paredes interiores têm apenas como função servirem de separação entre espaços, sendo que por isso permitem a passagem das tubagens. Também o sistema de combate a incêndios passa pelas paredes interiores, mas estas devem ser suficientemente grossas, sendo muitas das vezes duplas. Os roços devem ser abertos apenas nos locais necessários e sempre com o cuidado de não por em risco a integridade do pano de alvenaria. A abertura de roços não está referida na cronologia de procedimentos de panos de alvenaria nem simples nem duplos. Isto porque a abertura de roços é posterior à execução destes. O controlo deve ser realizado com a especialidade a que aos roços diz respeito. Isto porque os roços podem ser abertos para diversos tipos de canalizações, sejam elas de água, gás ou eletricidade.



Fig.38- Exemplo de Roço em parede de tijolo cerâmico [100]

4.1.5.11. Caixas de Incêndio

As caixas de incêndio são elementos de segurança bastante importantes em todos os tipos de edifícios. Estão colocadas em locais de fácil acesso e por isso nunca dentro de uma habitação, mas sim em zonas comuns de circulação. Para que estas sejam instaladas a parede tem que ter uma boa espessura, razão pela qual são utilizadas paredes duplas. As razões para isto são a espessura da caixa e das tubagens que têm que passar dentro do pano de parede. A tubagem é de facto bastante condicionadora por ter dimensões muito elevadas, o que implicaria roços bastante largos e fundos.



Fig.39- Exemplo de caixa de incêndio com roço para tubagem

5

Controlo de Qualidade de Alvenarias

5.1. SISTEMA DE CONTROLO DE QUALIDADE DE ALVENARIAS

O controlo de qualidade deve ser feito por forma a responder às necessidades de cada fase da obra. Para isso divide-se a obra em momentos de controlo. Designam-se por momentos de controlo todos os momentos em que a equipa de controlo de qualidade deve aplicar o sistema de controlo de qualidade. Nos diferentes momentos de controlo devem ser utilizados um conjunto de mecanismos que estão previstos no sistema de controlo de qualidade. Estes mecanismos são documentos que a equipa de controlo de qualidade deve utilizar como garantia da correta implementação do sistema de controlo de qualidade. A atuação destas equipas passa obrigatoriamente pela implementação destes documentos. Isto não é válido apenas para alvenarias, mas também aos restantes elementos de uma obra, sendo que os documentos devem ser adaptados. Essas adaptações prendem-se fundamentalmente com as características dos materiais e processos de realização das tarefas. São alterações fáceis não mexendo com a estrutura básica dos documentos. A conservação da estrutura básica facilita o trabalho das equipas de controlo de qualidade. Além disso permite que a obra em causa tenha uma maior garantia de equidade no controlo de todas as fases, o que implica, evidentemente, uma predisposição da equipa de controlo de qualidade neste sentido. Isto, muitas das vezes, não acontece. Uma das razões é o facto das equipas estarem muitas vezes mal dimensionadas. Isto leva a que muitos dos trabalhos realizados em obra não tenham a mesma atenção que outros. Por esta razão deve garantir-se que as equipas de controlo de qualidade estão bem dimensionadas para as tarefas que lhes competem. Outra das razões é muitas vezes a falta de sensibilidade para as possíveis falhas que a falta de controlo de qualidade possa trazer.

O sistema de controlo de qualidade relativo a alvenarias deve, como já referido, ser aplicado a todos os processos e fases em que esta está inserida. A equipa de controlo de qualidade é a responsável por todos os momentos de controlo. Esses momentos de controlo são essencialmente a aprovação de materiais e equipamentos, a receção de materiais ou equipamentos e a execução do elemento (ou aplicação de materiais ou equipamentos). Em cada uma destas fases há que controlar um grande número de passos. Deve ainda existir um conjunto de procedimentos que a equipa de controlo de qualidade deve implementar em termos de alteração de tarefas e de ocorrência de não conformidades. Isto acontece através de um conjunto de documentos próprios para estes casos. No caso da aprovação e da receção de materiais é utilizado um só documento por razões posteriormente apresentadas. Este documento é designado por Ficha de Aprovação e Receção de Materiais, ou FARM. Para o momento de controlo execução dos elementos construtivos o documento apresentado é designado por Ficha de Controlo de Conformidade, ou FCC. Já no caso das não conformidades há que proceder ao preenchimento de um documento designado por Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades,

ou FCCNC. Para que se possam realizar alterações a qualquer nível é necessário obedecer a um conjunto de procedimentos de análise. O documento que serve de apoio à equipa de controlo de qualidade nestes casos é designado por Ficha de Alteração de Componentes ou Tarefas ou FACT. Os documentos aqui apresentados estão vocacionados para alvenarias.

Para uma apresentação mais clara as partes constituintes do sistema de controlo de qualidade e os seus respetivos documentos são os seguintes:

- Aprovação de Materiais e Equipamentos (FARM);
- Receção de Materiais ou Equipamentos (FARM);
- Controlo de Qualidade na Execução dos Elementos Construtivos (FCC);
- Correção de Não Conformidades (FCCNC);
- Alteração de Componentes ou Tarefas (FACT).

A imagem seguinte mostra o conjunto de documentos que as equipas de controlo de conformidade tem ao seu dispor e que deve implementar numa obra para garantir que o produto final tem a qualidade requerida.

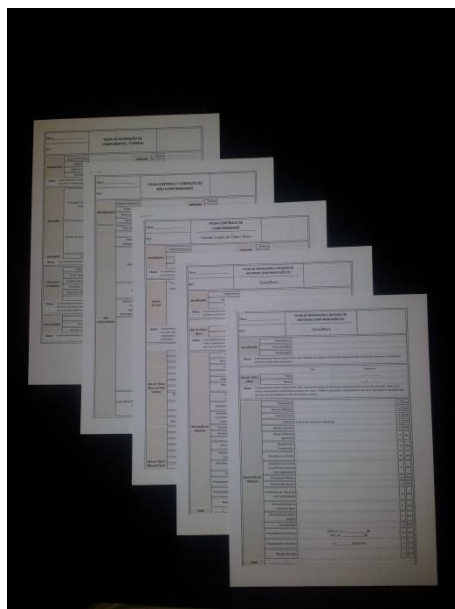


Fig.40- Documentos do Sistema de Controlo de Qualidade Teórico Proposto (ver anexos)

Os documentos relativos ao sistema aqui apresentado diferem dos documentos dos sistemas de entidades do setor da construção. Cada empresa tem o seu próprio sistema de controlo de qualidade, o qual é da sua autoria e responsabilidade. Estas alternativas são todas válidas, sendo umas mais aprofundadas que outras. No entanto, não se apresentam neste trabalho nenhuns documentos da autoria de outras empresas, fazendo-se um conjunto de documentos que sejam aplicáveis a uma grande variedade de situações.

5.2. APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS PARA ALVENARIAS

Após a realização do projeto fica-se a conhecer quais os tipos de materiais a utilizar. Obviamente que mais tarde poderão existir alterações, mas nesses casos é necessário proceder à respetiva aprovação. O material que vai ser utilizado deve ser alvo de um conjunto de verificações que permitam aprova-lo para o utilizar em obra. A equipa de controlo de qualidade é responsável pela aprovação de todos o

materiais em obra e as alvenarias não são exceção. Tal como todos os outros componentes, as alvenarias podem apresentar um diverso conjunto de problemas que levam a erros na construção. A maior parte das alvenarias raramente apresenta problemas, isto porque são componentes cuja produção é contínua há muitos anos. Mas isto não se verifica em todos os tipos de alvenarias pois, muitas delas não têm produção em massa, são apenas produzidas pontualmente para obras com especificidades pouco encontradas na construção. Outros tipos de alvenaria têm uma produção muito artesanal, sendo este um ponto que é necessário ter em conta por poderem existir pequenos problemas. As alvenarias artesanais e as que são pouco correntes têm que ter um controlo de produção um pouco mais apertado. Conhecer o processo de fabrico é muito importante para a aprovação das alvenarias. A equipa de controlo de qualidade deve seguir sempre um pouco o processo. Em alvenarias de produção em massa não será necessário um acompanhamento muito grande, basta ir ao local de produção ver se o processo é correto e se o produto obtido no final é correspondente ao especificado. Nos casos mais difíceis convém que sejam realizadas várias visitas ao local. Isto permite que a equipa de controlo de qualidade tenha uma ideia da homogeneidade dos componentes produzidos.

Não basta, no entanto, verificar o processo de produção das alvenarias para garantir que o material é o adequado. As características anunciadas pelo fabricante devem também ser alvo de confirmação. Por esta razão são muitas vezes feitos ensaios aos componentes. No caso das alvenarias os são feitos ensaios maioritariamente a produtos que não tenham a marcação CE e produtos que suscitem dúvidas à equipa de controlo de qualidade.

A receção é igualmente importante, uma vez que é necessário verificar se o produto que dá entrada em obra é o requerido. Também a receção de materiais necessita de um controlo a vários níveis. Este controlo deve prever também um controlo que garanta que a alvenaria se encontra em perfeitas condições.

Para que o controlo seja mais fácil de realizar optou-se por colocar a aprovação e a receção num mesmo documento, tal como já havia sido referido atrás. Com isto podem comparar-se facilmente as exigências requeridas com as características do produto a rececionar. O documento em causa é designado por Ficha de Aprovação e Receção de Materiais ou FARM. Este documento desenvolve-se mais à frente, bem como a explicação da sua utilização.

5.2.1. APROVAÇÃO DE MATERIAIS PARA ALVENARIAS

A aprovação dos materiais é realizada em reuniões normalmente designadas por “R-1”. Estas reuniões visam garantir que tudo é preparado antecipadamente. São reunidos todos os principais intervenientes do empreendimento em questão e referidas todas as tarefas que se realizarão dentro de um mês. Com isto garante-se que se existirem problemas e desacordos existe tempo para que estes sejam resolvidos. A aprovação de materiais é feita nesta altura. A equipa de controlo de qualidade avalia o produto que o empreiteiro apresenta como sendo futuramente aplicado em obra. Nessa avaliação é visto se o produto cumpre todas as exigências especificadas em projeto. A equipa de controlo de qualidade deverá visitar o local de produção da alvenaria em causa, sendo que a maior importância desta ação se dá quando se trata de alvenarias de pedra ou sem marcação CE. Na maioria dos casos os materiais ou componentes das alvenarias não têm necessidade de qualquer tipo de controlo por parte da equipa de controlo de qualidade. Isto porque este tipo de componente é produzido em massa e tendo em conta todas as disposições normativas atuais. A marcação CE foi criada para permitir a livre circulação dos produtos nos países europeus que tenham as normas europeias como base. As normas europeias garantem que o produto tem qualidade e que cumpre um conjunto de exigências bastante grande. Por esta razão os produtos com marcação CE não são alvo de ensaios para se determinarem as suas características. Por

esta razão a equipa de controlo de qualidade não necessitará de se preocupar em demasia com o fabrico do material podendo focar a sua atenção noutras tarefas mais problemáticas. Para alvenarias sem marcação CE o controlo realizado pela equipa já referida deverá ser mais rigoroso. Esse controlo deverá passar por verificar os métodos utilizados pelo fabricante e ainda se o produto requerido cumpre todas as normas. Isto é feito normalmente em alvenarias de pedra, uma vez que os produtos naturais não têm todo o controlo dos produtos fabricados. Por esta razão são realizados ensaios que determinam as características da pedra a utilizar. Só desta forma é possível verificar se as normativas aplicáveis ao produto são cumpridas.

A equipa de controlo de qualidade deve garantir que o material que chega à obra é o pretendido pelo projectista. Através da antecipação anteriormente referida, garante-se que eventuais problemas causados pela má escolha do fornecedor sejam evitados. Além disso permite ao fabricante ter o produto à porta da obra na data pedida pelo empreiteiro pois a encomenda foi feita a tempo. Isto evita encargos adicionais para o empreiteiro no caso de ter comprado um material inadequado. Impede-se também o atraso da obra por não ser necessário esperar que o produto seja fornecido, atraso esse que poderia trazer custos adicionais. No caso de a alvenaria chegar à obra e ser aplicada, os custos podem tornar-se bastante altos, isto porque, podem ser necessárias correções ou até demolições de panos já executados.

A aprovação dos elementos de alvenaria é feita tanto para casos em que estes possuem marcação CE, como para casos em que isto não se verifica. A metodologia apresentada segue os mesmos princípios para os dois casos, sendo que em ambos são utilizadas FARM. A aprovação dos materiais é igual num e noutro caso, sendo explicada no subcapítulo referente à Receção de Materiais de Alvenaria a razão para a existência de duas FARM distintas. As FARM são iguais na parte relativa à aprovação de materiais porque se devem verificar um conjunto de características dos materiais. Podem até ser poucas, mas no entanto existe necessidade de as verificar. Essa verificação aquando da aprovação de alvenaria com a marcação CE não é feita através de ensaios. É apenas necessário verificar nas especificações que o fabricante anuncia.

5.2.2. RECEÇÃO DE MATERIAIS PARA ALVENARIAS

A equipa de controlo de qualidade tem como uma das suas responsabilidades garantir que o material utilizado em obra é o especificado em projeto por forma a garantir a conformidade entre estas duas realidades. Para isso é necessário que seja tida atenção a todos os principais pontos aquando da receção de materiais. No caso das alvenarias não é diferente. Há um conjunto de parâmetros que são muito relevantes e que se forem verificados reduzem em muito a probabilidade de ocorrerem problemas em fases posteriores.

A receção de alvenarias é realizada aquando da chegada do produto à obra, sendo que apenas é dada entrada nesta se se cumprirem algumas predisposições definidas pela equipa de controlo de qualidade. Essas predisposições são relativas às condições do material, do seu transporte, descarga e armazenamento, bem como relativas às características do produto.

O meio de transporte é muito importante pois deve garantir que a integridade do produto transportado, seja ele qual for, é mantida. Muitas das vezes o transporte é feito em condições adversas, dependendo do meio de transporte e do percurso que é feito. O transporte pode ser problemático para tipos de alvenaria mais frágeis, tal como no caso dos tijolos cerâmicos furados, que partem com bastante facilidade quando sujeitos a impactos.

Também a descarga deve ser adequada, evitando desequilíbrios do produto e trepidações. Deverão ser evitadas situações em que a carga pouse com demasiada força no chão. Estes pontos de verificação são bastante importantes, sendo que apenas depois destes é feita a verificação da integridade do material.

A armazenagem da alvenaria é também muito importante e deverá ser tida em conta. Isto porque muitas das vezes os problemas que surgem nas alvenarias advêm da exposição destas ao clima e ao pó da obra. Existe também a possibilidade de colisão de outros componentes, veículos ou equipamentos no produto e, por esta razão, deve-se colocar a alvenaria num local o mais afastado possível dos locais em que há maior movimento e atividade. Isto para estar o mais protegida possível dos elementos climáticos.

Para a receção existem duas possibilidades. Ou se trata de alvenarias com marcação CE ou então de alvenaria sem esta marcação. A existência de duas FARM distintas deve-se à não verificação das características dos materiais de alvenaria quando existe marcação CE. Na receção de materiais de alvenaria que não tenham marcação CE deve ser feita a verificação das características que foram alvo de aprovação. Essa verificação não é feita através de ensaios, mas sim da ficha técnica que acompanha o material. É necessário verificar se as características aprovadas são as recepcionadas. Não é necessário verificar todos os tipos de características, mas apenas as tidas como mais importantes.

Na receção de um material é importante proceder à anexação da ficha técnica que o acompanha. Este procedimento pode ser importante numa fase futura em que existam problemas relacionados com o material em causa. No caso das alvenarias o procedimento é o mesmo. Muitas das vezes os panos de alvenaria apresentam um comportamento inadequado. Quando tal acontece é importante que a equipa de controlo de qualidade tenha em sua posse a ficha técnica relativa a essa alvenaria. Isto salvaguarda a equipa demonstrando que o tipo de alvenaria rececionado é o adequado. Obviamente que necessitará de outros mecanismos para garantir que está salvaguardada no que toca à execução dos panos de alvenaria, sendo estes apresentados mais à frente.

5.2.3. FARM

A análise das FARM é feita neste subcapítulo, sendo este separado dos anteriores para facilitar a explicação destas, uma vez que os conceitos de aprovação e receção de materiais já foram apresentadas.

As FARM têm a organização que segue:

- Cabeçalho;
- Identificação, aplicação e data;
- Tipo de tijolo ou bloco;
- Aprovação do material;
- Quadro de atos;
- Informações de receção;
- Transporte, armazenagem e integridade
- Elementos de projecto onde se prevê o material ou componente;
- Observações;
- Autentificação.

A apresentação da aprovação será feita em simultâneo dado que esta é igual para alvenaria que têm marcação CE e alvenarias que não têm marcação CE. No subcapítulo referente à receção de alvenarias será feita a apresentação de ambos os casos em separado com as explicações das diferenças.

5.2.3.1. Cabeçalho

O Cabeçalho é a parte inicial de uma FARM. Na parte central do cabeçalho identifica-se o documento.

Obra: _____ - _____	FICHA DE APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS (COM MARCAÇÃO CE) Tijolo/Bloco	
Ref:		

Fig.41 – Cabeçalho (FARM)

No cabeçalho encontra-se espaço para preenchimento de informação relativa à obra e ao documento. O preenchimento deve ser executado com as referências da obra e do documento. Esta referência é preenchida consoante a tipologia definida da empresa. Deste modo é possível arquivar a informação muito mais facilmente e proceder à sua consulta posteriormente.

5.2.3.2. Identificação

Neste subcapítulo são apresentados os campos relativos à identificação dos principais intervenientes do empreendimento. Estes intervenientes são:

- Empreiteiro;
- Dono de obra;
- Fiscalização (ou equipa de controlo de qualidade).

Identificação	Empreiteiro:	
	Dono de Obra:	
	Fiscalização:	
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela receção dos materiais. As assinaturas são feitas no final deste documento.		

Fig.42- Identificação (FARM)

Os campos de preenchimento não requerem assinaturas, pelo que podem estar previamente preenchido virtualmente. No final desta parte do documento está uma pequena nota que visa clarificar pequenas dúvidas que possam surgir por parte do responsável pelo preenchimento do mesmo. Neste caso define o responsável pelo preenchimento deste e clarifica que as assinaturas são feitas apenas na parte final do documento em causa.

5.2.3.3. Tipo de Tijolo ou Bloco

A figura seguinte demonstra a parte seguinte da FARM, a qual é relativa ao tipo de tijolo ou bloco a aprovar e rececionar com uso desta ficha.

		Tipo	Dimensões
Tipo de Tijolo / Bloco	Tijolo:		____/____/____
	Bloco:		____/____/____
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela receção dos materiais. Dever-se-ão indicar corretamente as dimensões do produto em causa. Também é necessário o preenchimento com uma x dos espaços adjacentes para que seja mais fácil identificar o tipo de material a verificar.			

Fig.43- Tipo de Tijolo ou Bloco (FARM)

O tipo de tijolo ou bloco é apenas preenchido uma vez e como é conhecido previamente pode preencher-se o respectivo campo antes da utilização do documento. As dimensões do componente alvo da FARM devem ser correctamente descritos para que quando se proceder à aprovação e receção deste. Quanto ao tipo de componente há que ter em conta que os blocos também podem ser cerâmicos e que, por isso, não se deve colocar essa informação no campo respectivo ao tijolo. No caso de serem blocos de pedra, a informação deve ser também inserida no campo “Bloco”.

Mais uma vez existem notas de preenchimento para garantir que o preenchimento da FARM é facilitado.

5.2.3.4. Aprovação do Material

A FARM tem até esta fase um carácter informativo que visa demonstrar não só a obra como também o componente que se irá aprovar e posteriormente recepcionar. A parte seguinte deste documento é já relativa à aprovação de alvenarias. Na figura seguinte é apresentada a parte da FARM relativa à receção do material.

Aprovação do Material	Fornecedor:		A	NA
	Marca / Modelo:		A	NA
	Textura e Cor:		A	NA
	Espécie:	Espécie de rocha (se aplicável)	A	NA
	Aspeto Exterior:		A	NA
	Massa Volúmica Aparente:		A	NA
	Resistência à Compressão:		A	NA
	Resistência à Flexão:		A	NA
	Resistência ao Corte (resistência conjunta com argamassa):		A	NA
	Porosidade Aberta:		A	NA
	Coefficiente de Absorção por Capilaridade:		A	NA
	Permeabilidade ao Vapor de Água:		A	NA
	Resistência ao Gelo / Degelo:		A	NA
	Durabilidade:		A	NA
	Propriedades Acústicas:	$R_w(\text{dB}) = \underline{\hspace{2cm}}$	A	NA
	Propriedades Térmicas:	$U = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W/(m}^2\cdot^\circ\text{C)}$	A	NA
	Reação ao Fogo:		A	NA
Data	<u> </u> / <u> </u> / <u> </u>			
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela receção dos materiais. Nesta área estão descritas as características que o material deverá possuir aquando da entrada em obra, pelo que deverá ser preenchido previamente. Deverão ser verificadas todas as condições para que o produto possa dar entrada em obra, caso contrário fica retido. Os campos de preenchimento deverão ser seleccionados com uma x, sendo que A indica que o material ou procedimento estão Aprovados e NA que estes estão Não Aprovados.				

Fig.44 - Aprovação do Material (FARM)

Na figura 44 são visíveis os campos relevantes para a aprovação do material. Estes são:

- Fornecedor;
- Marca e modelo;
- Textura exterior;
- Espécie de rocha (se aplicável);
- Aspeto exterior;
- Características da alvenaria.

Primeiramente a aprovação incide sobre aspectos como o fornecedor, a marca e o modelo. Isto porque, embora possam existir vários fornecedores, marcas e modelos de alvenarias estas podem não ser

adequadas, mas apenas pelo produto em causa. Deverão ser identificadas na FARM estas informações, que embora não sejam aprovadoras dos materiais permitem a verificação da alvenaria a rececionar. No entanto, nem todos os tipos de alvenaria possuem modelo ou até marca. Nestes casos é apenas necessário identificar o fornecedor. O nome do fornecedor e da marca poderá coincidir, mas mesmo assim ambos os campos deverão ser preenchidos.

Nos campos seguintes encontram-se espaços para colocar informações relativas à textura e à cor da alvenaria, bem como a espécie de rocha em causa e o aspeto exterior. Esta informação deve ser clara para que a verificação feita aquando da aprovação seja correta. Trata-se de informação bastante importante, pois para muitos dos casos é necessário que a alvenaria esteja à vista e, além disso, aspeto diferente do requerido indica materiais com características distintas.

Na FARM são ainda discriminadas as principais características exigidas às alvenarias. O exemplo apresentado tem já as características que deverão ser alvo de acreditação nas alvenarias dos diversos tipos. As que não forem necessárias para uma determinada situação deverão ser apagadas da FARM antes da sua impressão. As exigências necessárias estão discriminadas em projecto, pelo que a alteração deste documento é simples. Nos casos de alvenarias que necessitem de ensaios, os valores obtidos são aqui colocados, sendo depois comparados com os especificados em projecto. Estes ensaios são de extrema importância e são a garantia que a equipa de controlo de qualidade tem de que o tipo de material a aplicar como alvenaria é próprio para as condições a que vai ser sujeito durante o período de utilização.

A data da aprovação é colocada no fundo desta parte da FARM. Isto porque é necessário documentar quando o processo de aprovação é terminado.

No final da parte relativa à aprovação encontra-se uma nota que visa clarificar o modo de preenchimento da mesma.

5.2.3.5. Quadro de Atos

O quadro de atos é parte integrante da FARM pela simples razão de que as alvenarias poderem não ser todas entregues na mesma altura. O quadro de atos permite utilizar uma só FARM para várias entregas de alvenaria desde que esta seja sempre igual, mesmo no que toca às dimensões.

	Ato	Data					
		__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__
Quadro de Atos de Receção	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						

Fig.45- Quadro de Atos (FARM)

Este quadro de atos tem uma estrutura que permite que seja rececionada alvenaria em 6 datas distintas. Não se deverão confundir FARM umas com as outras pois a utilização de uma FARM errada levar à receção ou rejeição de alvenaria que não o deveriam ser.

Mais uma vez existem um campo com notas, explicando desta vez o modo de preenchimento do quadro de atos.

5.2.3.6. Informações de Receção e Transporte, Armazenagem e Integridade

Estas partes são abordadas em simultâneo dado que são ambas referentes à receção de alvenarias.

Esta parte da FARM é, como o nome indica, referente à receção de materiais, neste caso de alvenarias. A equipa de controlo de qualidade deverá proceder à receção dos materiais tendo em conta um determinado conjunto de factores que visam manter a qualidade da obra ao manterem firme a exigência feita aos materiais que rececionam. No entanto o controlo da receção de materiais sem marcação CE deve ser mais exaustiva para verificar se o produto recepcionado possui as mesmas características do aprovado.

Primeiramente é feita uma análise das informações que são alvo de verificação aquando da receção de alvenaria que têm marcação CE. A imagem seguinte demonstra a parte de informações de uma FARM para alvenarias com marcação CE.

Informações de Receção	Guia de Remessa:		1	2	3	4	5	6
	Nº Lote:		1	2	3	4	5	6
	Fornecedor:		1	2	3	4	5	6
	Marca / Modelo:		1	2	3	4	5	6
	Marcação CE na Ficha Técnica:		1	2	3	4	5	6
	Quantidade a Rececionar:		1	2	3	4	5	6
Transporte, Armazenagem e Integridade	Meio de Transporte Adequado:	Deve garantir a integridade do material. Deverá ser garantido que o material está bem preso e que não é transportado de forma a que se possa movimentar os vibrar em demasia.	1	2	3	4	5	6
	Meio de Descarga Adequado:	Deve garantir que a descarga é feita de uma forma sustentada e que não permite oscilações do material. O material deve ser colocado no solo de forma a que o impacto não seja grande.	1	2	3	4	5	6
	Verificação da Integridade Física do Material:	Não deverão ser ultrapassados _____% de componentes danificados.	1	2	3	4	5	6
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela receção dos materiais. Nesta área estão discriminadas as características que o material deverá possuir aquando da entrada em obra, pelo que deverá ser preenchido previamente. Deverão ser verificadas todas as condições para que o produto possa dar entrada em obra, caso contrário fica retido. Os campos de preenchimento deverão ser seleccionados com uma x, sendo que C indica que o material ou procedimento estão Conformes e NC que estes estão Não Conformes.								

Fig.46- Informações de Receção e Transporte, Armazenagem e Integridade (FARM)

Na imagem anterior é possível verificar que a receção de alvenarias que têm marcação CE incide essencialmente sobre aspectos relacionados com a encomenda. As informações necessárias para se poder proceder à receção de alvenarias com marcação CE são as seguintes:

- Guia de remessa;
- Número do lote;
- Fornecedor;

- Marca e modelo;
- Marcação CE na ficha técnica;
- Quantidade a rececionar.

Estas informações são analisadas e verificadas antes da descarga das alvenarias, ou seja, enquanto a alvenaria se encontra à entrada da obra no meio de transporte respetivo.

Os primeiros pontos a verificar são a guia de remessa e o número do lote. Estas informações são importantes para direcionar a FARM que está a ser utilizada para a entrega de um determinado carregamento.

O fornecedor, a marca e o modelo são informações que confirmam que o material a receber é de facto o aprovado.

A verificação da marcação CE é feita pelo responsável da ressecção de materiais e consiste em verificar se existe ou não o símbolo desta marcação na ficha técnica que acompanha a alvenaria. Esta verificação afigura-se necessária para impedir, mais uma vez, que entrem produtos inadequados em obra.

Já a quantidade a rececionar indica se o que estava previsto chegar à obra foi cumprido ou não. Isto permite à equipa de controlo de qualidade controlar de uma forma mais eficaz o material que existe em obra. Se a quantidade recebida no final de todas as entregas de alvenaria for abaixo do esperado, ou com um valor bastante mais alto que o que estava previsto, a equipa de controlo de qualidade deverá esclarecer junto do empreiteiro o porquê destes factos.

A informação relativa ao transporte, armazenagem e integridade do material, neste caso de alvenarias, deve ser tida em conta pelas razões apresentadas no subcapítulo referente à receção de alvenarias. Nas FARM está descrita informação relativa a estes factores, sendo que o elemento da equipa de controlo de qualidade deverá lê-la convenientemente por forma a proceder às verificações necessárias. O controlo incide basicamente na garantia da integridade do material. Na FARM deverá ser escrita a percentagem máxima de alvenaria danificada que poderá dar entrada em obra. Obviamente que este valor não é verificado. Dá apenas uma ideia ao responsável pela receção de materiais do que será ou não aceitável.

Em seguida demonstra-se a parte relativa a informações de receção de uma FARM para alvenarias sem marcação CE:

Informações de Receção	Guia de Remessa:		1	2	3	4	5	6
	Nº Lote:		1	2	3	4	5	6
	Fornecedor:		1	2	3	4	5	6
	Marca / Modelo:		1	2	3	4	5	6
	Marcação CE na Ficha Técnica:		1	2	3	4	5	6
	Quantidade a Rececionar:		1	2	3	4	5	6
	Aspetto Exterior:		1	2	3	4	5	6
	Massa Volúmica Aparente:		1	2	3	4	5	6
	Resistência à Compressão:		1	2	3	4	5	6
	Resistência à Flexão:		1	2	3	4	5	6
	Resistência ao Corte (resistência conjunta com argamassa):		1	2	3	4	5	6
	Porosidade Aberta:		1	2	3	4	5	6
	Porosidade Aberta:		1	2	3	4	5	6
	Coefficiente de Absorção por Capilaridade:		1	2	3	4	5	6
	Permeabilidade ao Vapor de Água:		1	2	3	4	5	6
	Resistência ao Gelo / Degelo:		1	2	3	4	5	6
	Durabilidade:		1	2	3	4	5	6
	Propriedades Acústicas:		1	2	3	4	5	6
	Propriedades Térmicas:		1	2	3	4	5	6
	Reação ao Fogo:		1	2	3	4	5	6

Transporte, Armazenagem e Integridade	Meio de Transporte Adequado:	Deve garantir a integridade do material. Deverá ser garantido que o material está bem preso e que não é transportado de forma a que se possa movimentar os vibrar em demasia.	1	2	3	4	5	6
	Meio de Descarga Adequado:	Deve garantir que a descarga é feita de uma forma sustentada e que não permite oscilações do material. O material deve ser colocado no solo de forma a que o impacto não seja grande.	1	2	3	4	5	6
	Verificação da Integridade Física do Material:	Não deverão ser ultrapassados _____% de componentes danificados.	1	2	3	4	5	6
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela receção dos materiais. Nesta área estão descriminadas as características que o material deverá possuir aquando da entrada em obra, pelo que deverá ser preenchido previamente. Deverão ser verificadas todas as condições para que o produto possa dar entrada em obra, caso contrário fica retido. Os campos de preenchimento deverão ser seleccionados com uma x, sendo que C indica que o material ou procedimento estão Conformes e NC que estes estão Não Conformes.								

Fig.47- Informações de Receção e Transporte, Armazenagem e Integridade (FARM sem CE)

No caso de alvenarias sem marcação CE a verificação é idêntica à realizada para alvenarias com marcação CE, a qual já foi apresentada. No entanto não têm a verificação da marcação CE na ficha técnica que acompanha o material, tendo por sua vez a verificação das características que o material tem. Esta verificação não é feita através de ensaios. Verifica-se apenas a informação que acompanha a alvenaria que dá entrada em obra. As características presentes na informação de receção de uma FARM para alvenarias sem marcação CE deverão ser as mesmas que as presentes no campo relativo à aprovação. Pelo facto de ambas as informações estarem presentes num mesmo documento a verificação é fácil de se fazer. Esta verificação afigura-se necessária por sere, passíveis de existir erros aquando do momento de aprovação.

Também se deve ter em conta as condições de transporte, armazenagem e integridade das alvenarias. Esta preocupação encontra-se reflectida na FARM de alvenarias sem marcação CE tal como acontece na FARM de alvenarias com marcação CE.

Na parte final de ambos os tipos de FARM existe um campo com notas que indicam a forma correta de as preencher no que toca às informações de receção e Às informações sobre transporte, armazenagem e integridade.

5.2.3.7. Elementos de projecto onde se prevê o material ou componente

Nas FARM o único elemento necessário é o mapa de trabalhos e quantidades para verificar quantidades a menos ou a mais rececionadas.

A figura seguinte mostra esta parte da FARM:

Elementos de Projecto Onde se Prevê o Material / Componente	Memória Descritiva:	págs:
	Peças Desenhadas:	refs:
	Caderno de Encargos:	págs:
	Condições Técnicas:	refs:
	Mapa de Trab. e Qtd.:	refs:
	Outros:	refs:
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela receção dos materiais. Deverão ser especificadas as referências dos elemento de projeto que prevêm o material em causa. Os		

Fig.48- Elementos de projecto onde se prevê o material ou componente (FARM)

Nas FARM os elementos de projeto discriminados são:

- Memória descritiva;
- Peças desenhadas;
- Caderno de encargos;
- Condições técnicas;
- Mapa de trabalhos e quantidades;
- Outros.

Estes são os elementos de projecto que poderão ter informações que podem ser relevantes para a equipa de controlo de qualidade caso existam dúvidas relativamente a pormenores que se prenam com a alvenaria a rececionar.

Também nesta parte da FARM existe um campo com notas indicativas da forma correta de preenchimento deste mesmo documento.

5.2.3.8. Autentificação

A autentificação é a parte da FARM onde os intervenientes assinam por forma a informar que tomaram conhecimento desta e do seu conteúdo.

Autenticação	Fiscal:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Obra:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Fiscalização:	1
		2
		3
		4
		5
		6
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelos intervenientes respetivos. O preenchimento é feito com a assinatura de cada um deles.		

Fig.49- Autenticação (FARM)

Mais uma vez é visível o acompanhamento de uma nota que indica o objectivo do campo a que é referente.

5.3. CONTROLO DA EXECUÇÃO DOS PANOS DE ALVENARIA E FCC

Tão importante como controlar a aprovação e a receção das alvenarias é controlar a execução dos panos constituídos por estas. Este é de facto importante e muitas das vezes posto de parte pelas equipas de controlo de qualidade. O momento de controlo relativo à execução tem por objectivo primordial garantir a qualidade do elemento a construir e a conformidade deste com o projeto. O projeto define o tipo de técnica e material a utilizar para cada pano, sendo que nesse conjunto de técnicas se encontra pontos importantes que a equipa de controlo de qualidade deve garantir que são executados convenientemente. Mas, para que isso aconteça, é necessário que essa mesma equipa tenha ferramentas adequadas, passando não só por equipamentos que garantem a boa execução, como também por um documento que visa discriminar todo o processo construtivo do elemento. Esse documento é designado por Ficha de Controlo de Conformidade ou FCC. As FCC são realizadas pela equipa de controlo de conformidade antes do início da obra utilizando a tipologia definida pela empresa. Cada tipo de elemento construtivo deverá ter uma FCC diferente, dado que todos os elementos têm particularidades importantes. Para que a FCC possa ser aplicada a mais que um pano de alvenaria é necessário que estes sejam iguais no que toca à forma de execução e aos materiais. Se houver diferença nos materiais a utilizar é necessário proceder ao preenchimento de uma FCC distinta. Desta forma evitam-se confusões aquando do preenchimento eliminando assim possíveis perdas de produtividade da equipa de controlo de qualidade ou até a verificação errada da execução dos panos a construir.

O método aqui apresentado como teórico visa ser o mais exaustivo possível no que toca ao momento de controlo de execução. Por esta razão as FCC devem conter um conjunto de campos de verificação que garantam que nada é deixado ao acaso. Nas FCC realizadas esse mesmos campos estão presentes e podem ser vistos na estruturação destes documentos apresentada em seguida:

- Cabeçalho;
- Identificação;
- Aplicação;
- Data;
- Quadro de atos;
- Tipo de tijolo ou bloco do(s) pano(s);
- Elementos de projeto;
- Aberturas em tosco;
- Objeto de Conformidade;
- Autentificação.

Desde logo se pode verificar que as FCC têm uma estruturação que permite um avanço progressivo na informação. Todos estes campos serão apresentados com os devidos pormenores nos subcapítulos que se seguem.

5.3.1. CABEÇALHO

O Cabeçalho é a parte inicial de uma FCC. Na parte central do cabeçalho é feita a identificação do próprio documento, sendo que apenas se altera a informação relativa ao elemento a controlar. O preenchimento deve ser claro definindo o tipo de pano de alvenaria e o tipo de componente. Um exemplo de bom preenchimento é, por exemplo, “Paredes Duplas de Tijolo Furado”. Nas FCC realizadas não se encontra nunca a discriminação total do tipo de alvenaria. Isto acontece em tipos de parede em que diversos tipos de alvenaria são aplicados da mesma forma. Por esta razão o mesmo tipo de parede anteriormente referida tem um preenchimento em anexo que visa abranger mais tipos de alvenaria. A FCC que deve ser utilizada para este tipo de parede é a que tem a designação de “Paredes Duplas de Tijolo / Bloco”.

Obra: _____ - _____	FICHA CONTROLO DE CONFORMIDADE	
Ref:	Paredes Duplas de Tijolo / Bloco	

Fig.50- Cabeçalho (FCC)

No cabeçalho encontra-se ainda informação relativa à obra e ao documento. O preenchimento deve ser executado com as referências, tanto da obra como do documento. Estas referências são fornecidas pela empresa, tendo esta parte do cabeçalho o objetivo de auxiliar a arquivação e consulta dos documentos da obra.

No canto esquerdo deve colocar-se o logotipo e o nome da empresa a que a equipa de controlo de qualidade pertence.

5.3.2. IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA

Estas três partes da FCC são abordadas em conjunto por serem bastante curtas e estarem juntas na FCC. Além disso todas elas são referentes a informação importante do empreendimento e importantes para o elemento a controlar sem no entanto controlar a execução deste.

A parte da Identificação nas FCC é bastante relevante. É aqui que se identificam a obra e os intervenientes. O nome do empreendimento não havia sido ainda referido, pelo que é nesta parte da FCC que tal informação deve ser colocada. Apenas se tinha colocado a referência dada pela empresa à obra. Também os intervenientes devem ser aqui discriminados, sendo eles o empreiteiro, o dono de obra e a fiscalização. Nas FCC a equipa de controlo de qualidade dá-se pelo nome de fiscalização por ser este o mais atribuído a estas equipas em obra. Como o próprio nome indica, esta parte da FCC apenas visa identificar, não sendo por isso necessárias assinaturas nos campos a preencher. Apenas se colocam os nomes, podendo estes até ser escritos electronicamente dado que raramente os intervenientes mudam. Quando tal acontece é bastante fácil alterar a informação, pelo que a introdução prévia não traz qualquer tipo de problema.

A Aplicação é a uma zona da FCC que tem dois campos de preenchimento obrigatório, sendo eles:

- Âmbito;
- Local.

O preenchimento do campo relativo ao âmbito deve ser curto e claro identificando o tipo de intervenção em causa. Nas FCC realizadas o preenchimento seria feito escrevendo “construção”. Se se trata-se de uma reabilitação seria necessário preencher com “reabilitação”, mas seriam necessária FCC que aqui não foram realizadas. Para além do âmbito é também necessário clarificar o local a que a FCC se aplica, sendo para isso colocada a nomenclatura do pano em causa.

A Data é uma parte necessária para que a informação esteja completa. Aqui são referidas as datas de:

- Início;
- Fim.

A data de início deve ser preenchida na data em que a FCC começa a ser aplicada e não na data que deveria ser aplicada. A data de fim deverá ser preenchida aquando do término das tarefas a que a FCC se aplica. Isto permite uma correta monitorização da tarefa, levando a que o controlo de prazos por partes da obra seja simplificado. O facto de o tempo que a tarefa demorou a realizar não significa que um conjunto de tarefas que devem ser balizadas estejam atrasadas ou adiantadas, mas, em conjunto com as FCC de outras tarefas poderá determinar as causas dos atrasos.

A imagem seguinte ilustra os campos referidos neste subcapítulo.

Identificação	Empreendimento:		Aplicação	Âmbito:	(Identificação a controlar)
	Empreiteiro:			Local:	
	Dono de Obra:		Data	Início:	__/__/__ __: __
	Fiscalização:			Fim:	__/__/__ __: __
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela verificação da execução da parede dupla em causa. As assinaturas são feitas no final deste documento.					

Fig.51- Identificação, Aplicação e Data (FCC)

No final da parte relativa à identificação, à aplicação e à data encontra-se uma nota informativa que visa determinar o responsável pelo preenchimento do documento caso seja preenchido manualmente.

Isto apenas perde relevância quando as FCC são impressas com as identificações e a aplicação já preenchidas. Mas não perde relevância para o preenchimento das datas, as quais deverão ser expostas pelo elemento da equipa de controlo de qualidade responsável pelo preenchimento deste documento.

5.3.3. QUADRO DE ATOS

O quadro de atos é uma ferramenta dentro das FCC que auxilia a equipa de controlo de qualidade. Com a utilização do quadro de atos a equipa de controlo de qualidade pode utilizar a mesma FCC para um determinado número de elementos desde que estes sejam em tudo semelhantes. Este é um quadro de duas entradas, sendo que uma é relativa aos locais de aplicação das FCC e outro é relativo às datas em que essa aplicação é feita. Nas FCC realizadas apenas se encontram 6 locais possíveis e as 6 datas respetivas, mas este número pode ser aumentado ou diminuído consoante as necessidades. Aquando das fases de verificações relativas a mão de obra, materiais, equipamentos e tecnologia (execução) existirão 6 campos de preenchimentos. Cada um deles corresponde a um elemento e a uma data. Poderão existir duas datas iguais para um ou mais elementos, ou seja, a mesma coluna poderá ser preenchida por mais que um pano, tal como as linhas que poderão ter mais que uma data para um pano no caso de este ser executado em mais que um dia ou no caso da verificação da última fiada. Isto porque esta é aplicada 24 horas depois. No entanto, cada elemento não deverá necessitar de mais de 2 datas pelo que um quadro com 6 linhas e 6 colunas é o necessário. Tal como acontece com o quadro poder-se-á aumentar o número de campos de verificação para o controlo.

Quadro de Atos	Data	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__
	Local	__ : __	__ : __	__ : __	__ : __	__ : __	__ : __

Fig.52- Quadro de Atos (FCC)

Na mesma figura é possível ver abaixo do quadro de atos as notas que explicam o modo de preenchimento do mesmo.

5.3.4. TIPO DE TIJOLO OU BLOCO DO(S) PANO(S)

Este é um campo com bastantes variações nas FCC realizadas no âmbito deste trabalho. De facto essa variação é normal. Isto porque nem todos os tipos de alvenaria podem ser aplicados em todos os tipos de panos e da mesma forma. Em paredes duplas encontram-se dois campos de selecção do tipo de alvenarias a aplicar, enquanto que em paredes simples apenas existe um campo com esse mesmo fim. A figura seguinte demonstra um caso de uma parede dupla, tendo por isso dois campos de selecção de material.

		Referência Comercial	Dimensões
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano Interior	Tijolo Furado:		___/___/___
	Tijolo Perfurado:		___/___/___
	Tijolo Maciço:		___/___/___
	Bloco Acústico:		___/___/___
	Bloco Térmico:		___/___/___
	Bloco de Gesso:		___/___/___
	Tijolo Térmico:		___/___/___
	Blocos Cerâmicos de Furação Vertical:		___/___/___
	Blocos Celulares Autoclavados:		___/___/___
	Blocos de Betão:		___/___/___
	Blocos Sílico-Calcários		___/___/___
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano Exterior	Tijolo Furado:		___/___/___
	Tijolo Perfurado:		___/___/___
	Tijolo Maciço:		___/___/___
	Bloco Acústico:		___/___/___
	Bloco Térmico:		___/___/___
	Bloco de Gesso:		___/___/___
	Tijolo Térmico:		___/___/___
	Blocos Cerâmicos de Furação Vertical:		___/___/___
	Blocos Celulares Autoclavados:		___/___/___
	Blocos de Betão:		___/___/___
	Blocos Sílico-Calcários:		___/___/___

Fig.53- Tipo de Tijolo ou Bloco do(s) Panos (FCC)

No exemplo apresentado anteriormente é visível que os dois materiais passíveis de serem seleccionados são bastante distintos. Isto porque se trata de uma parede dupla de bloco de pedra e outro tipo de alvenaria, sendo o que o bloco de pedra apenas deve ser utilizado no exterior. Tanto o pano exterior em pedra como o pano interior noutro tipo de alvenaria apresentam várias possibilidades de escolha. No caso dos panos de pedra a escolha é obviamente mais limitada, isto porque nos panos de alvenaria que não sejam de pedra existem muitas mais alternativas, sendo que a aplicação destas é muito semelhante.

5.3.5. ELEMENTOS DE PROJETO

Os elementos de projeto deverão ser referidos nas FCC para permitir a consulta dos pormenores e outras informações relativas ao elemento construtivo em causa. No caso das alvenarias é sempre

bastante importante que se verifique um conjunto de disposições determinadas pelo projectista. Isto porque, em muitos dos casos, é fácil confundir ou até mesmo deixar de parte pequenas partes do processo. Caso a equipa de controlo de qualidade não tenha em conta esses pormenores a equipa do empreiteiro responsável por executar o pano de alvenaria poderá não os executar, não propositadamente mas por algum erro ou distração. Obviamente que o empreiteiro tem que zelar pela integridade e boa execução do empreendimento, mas caso a fiscalização não exerça um controlo adequado poder-lhe-á ser imputada a responsabilidade ou parte dela por ter ocorrido algum tipo de problema.

Os elementos de projeto discriminados nas FCC são:

- Memória descritiva;
- Peças desenhadas;
- Caderno de encargos;
- Condições técnicas;
- Mapa de trabalhos e quantidades;
- Outros.

Esta informação é vista na imagem da FCC seguinte:

Elementos de Projecto	Memória Descritiva:	págs:
	Peças Desenhadas:	refs:
	Caderno de Encargos:	págs:
	Condições Técnicas:	refs:
	Mapa de Trab. e Qtd.:	refs:
	Outros:	refs:
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela verificação da execução da parede dupla em causa. Deverão ser especificadas as referências dos elemento de projeto que prevêem a parede dupla em causa. Os espaços deverão ser preenchidos com a referência ou página do documento em causa para melhor se verificar os conteúdos em caso de necessidade. No caso das peças desenhadas deverá, sempre que possível, ser anexado um pormenor da parede em questão.		

Fig.54- Elementos de Projeto (FCC)

Nas peças escritas e desenhadas é possível verificar os pormenores e disposições relativos a alvenarias. As peças escritas são a memória descritiva, o caderno de encargos, as condições técnicas e o mapa de trabalhos e quantidades. A memória descritiva, o caderno de encargos e as condições técnicas e as peças desenhadas são de facto os elementos de projeto mais relevantes para se encontrarem as informações necessárias, tais como o número de fiadas de intervalo a dar para colocação de grampos de ligação, as fiadas que necessitam de armadura bidimensional, tal como outras informações. O mapa de trabalhos e quantidades é um documento que não possui os pormenores, mas permite verificar os materiais que estão previstos. Isto também pode ser visto noutras peças, mas poderá clarificar dúvidas no caso de estas existirem.

5.3.6. ABERTURAS EM TOSCO

As aberturas em tosco são pontos de controlo de relevo. Isto porque muitas das vezes a execução dos panos de alvenaria têm em conta as cotas e as aberturas do pano já com acabamentos como peitoris e ombreiras. Se esses valores se verificarem em panos de alvenaria em tosco os elementos a colocar posteriormente não poderão ser colocados. Os maiores problemas são os caixilhos e as janelas, uma

vez que as ombreiras e os peitoris, tal como os estores poderão ser alterados. Obviamente que isto traria um conjunto de custos que seriam prejudiciais para o empreendimento.

		Referência da Parede	Dimensões das Aberturas em Tosco (b;h)
Aberturas em tosko	Portas:	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	Portas de varanda:	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	Janelas:	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	Caixas de Incêndio:	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

Fig.55- Aberturas em Tosco (FCC)

Os 6 campos de possível preenchimento devem ter em conta os 6 atos de fiscalização que se encontram no quadro de atos. Como já referido anteriormente poderão existir mais atos de fiscalização e nesse caso deverão também existir mais campos de preenchimento para definir as aberturas em tosko. Para cada pano de alvenaria deve ser utilizado um campo de preenchimento. Em cada campo de preenchimento deverão ser colocadas as dimensões das aberturas do pano em causa.

5.3.7. OBJETO DE CONFORMIDADE

O controlo de conformidade dos panos de alvenaria deverá incluir todo um conjunto de verificações que levam à redução de falhas o máximo possível. Para isso é necessário verificar 4 grandes grupos:

- Mão de obra;

- Equipamento;
- Materiais;
- Tecnologia (ou execução).

Cada um destes campos deverá ter a discriminação exata das partes que o integram.

5.3.7.1. Mão de Obra

No que toca à mão de obra são feitas verificações separadas de mão de obra de chefia e mão de obra de produção. Isto porque muitas das vezes é necessário que os trabalhadores, aqui apresentados como mão de obra de chefia, estejam em obra e a controlar a construção do elemento em causa por parte do empreiteiro. A presença em obra é muitas vezes necessária para garantir que o pano de alvenaria é executado convenientemente e com ritmo adequado. O nome do encarregado e do arvorado deverá ser colocado no espaço adjacente à sua função. Os operários de mão de obra de produção não têm os seus nomes nas FCC mas apenas o número destes operários. O número de operários não é o que se verifica em cada ato de fiscalização mas sim o número de operários que o empreiteiro declara como sendo necessários para a realização do pano de parede. A verificação deverá ser feita para todos os panos a controlar na FCC em causa.

A subdivisão da mão de obra é visível na parte da FCC apresentada na figura que se segue:

	Mão-de-Obra de Chefia	Encarregado:		1	2	3	4	5	6
		Arvorado:		1	2	3	4	5	6
	Mão-de-Obra de Produção	Oficiais: <i>nº</i>	Folha de entrada de pessoal em obra e verificação em campo	1	2	3	4	5	6
		Ajudantes: <i>nº</i>	Folha de entrada de pessoal em obra e verificação em campo	1	2	3	4	5	6

Fig.56- Mão de Obra (FCC)

Estão descritos numa nota que se encontra após o controlo de materiais que descreve os meios de controlo que o elemento da equipa de controlo de qualidade deve utilizar.

5.3.7.2. Equipamentos

Os equipamentos estão subdivididos em duas partes, equipamentos directos e equipamentos indirectos. Nos equipamentos directos estão os equipamentos que permitem a correta execução de um muro de alvenaria. Sem eles não seria possível, por exemplo, alinhar uma parede ou até mesmo verificar esse alinhamento. Nem todos os equipamentos directos são alvo de verificação por parte da equipa de controlo de qualidade nestas FCC. São apenas alvo de verificação os que podem não fazer parte do conjunto de ferramentas que normalmente um pedreiro usa. Não que não sejam necessários, mas algumas das vezes estes equipamentos não se encontram em posse dos operários que estão a realizar o pano de alvenaria. Os restantes estão subentendidos em nota como já estando incluídos no material dos operários. Os equipamentos directos alvo de verificação são:

- Miras;
- Nível;
- Prumo de pião;
- Fio de prumo.

Os equipamentos diretos que se subentende como sendo parte do conjunto de ferramentas dos operários são os seguintes:

- Colher de pedreiro;
- Pincel de pedreiro;
- Balde;
- Talocha;
- Bitola;
- Alisador;
- Fasquias.

Estes equipamentos estão discriminados na nota que se encontra após esta parte da FCC.

Os equipamentos indirectos são os equipamentos que auxiliam a execução do muro sem serem aplicados a estes. Estes equipamentos são os seguintes:

- Andaimos;
- Plataforma de altura regulável;
- Guincho;
- Gruas para transporte.

A imagem seguinte demonstra a subdivisão dos equipamentos já referida:

Objecto de Conformidade	Equipamento Direto	Miras: nº	Visual	1	2	3	4	5	6
		Nível: nº	Visual	1	2	3	4	5	6
		Prumo de pião: nº	Visual	1	2	3	4	5	6
		Fio de prumo: nº	Visual	1	2	3	4	5	6
	Equipamento Indireto	Andaimos: nº	Visual	1	2	3	4	5	6
		Plataforma de Altura Regulável: nº	Visual	1	2	3	4	5	6
		Guincho: nº	Visual	1	2	3	4	5	6
		Gruas para transporte: nº	Visual	1	2	3	4	5	6

Fig.57- Equipamentos (FCC)

Tal como para a mão de obra, os meios de controlo que o elemento da equipa de controlo de qualidade deve utilizar estão descritos numa nota após a parte da FCC relativa ao controlo dos materiais. Na grande maioria das vezes é visual, ou seja, o responsável pela verificação da execução do pano de alvenaria e preenchimento da FCC deverá verificar no local da execução e aquando da execução a existência destes equipamentos.

5.3.7.3. Materiais

A verificação dos materiais é uma das funções de maior relevância das FCC. Isto porque permite ter uma noção do cumprimento das requisições dos panos ou de outros elementos. É importante que se procedam às verificações relativas aos materiais antes do início da execução do pano. Isto porque se estiver algum tipo de material em falta é possível que certas tarefas estejam a ser esquecidas por parte dos operários. Neste tipo de elementos isto é válido porque os materiais, regra geral, são aplicados desde o início até ao fim do pano. As informações acerca dos materiais são também relevantes. Isto

porque os materiais especificados em projeto têm um conjunto de características, como por exemplo as dimensões que não devem ser postas de parte. Se a equipa de controlo de qualidade não as tiver em conta corre-se o risco de a execução estar errada mesmo que o tipo de material seja o correto.

Nas observações deve-se registar se até aqui tudo está conforme ou não. Se não estiver é necessário que a equipa de controlo de qualidade interceda junto do empreiteiro no sentido de o alertar da situação. Esta é uma forma eficaz de eliminação de problemas, sendo que a equipa de controlo de qualidade deve avaliar se o problema terá ou não impacto no elemento final, tendo em conta os princípios básicos da sua execução. A imagem que se segue apresenta a zona relativa ao controlo de conformidade dos materiais, sendo apenas um exemplo de uma FCC:

	Materiais	Betão (estrutura de travamento):	C ____/____	1	2	3	4	5	6	
		Grampos de solidarização dos panos:	Ajustáveis:		1	2	3	4	5	6
			Travamento e Reforço de Altura Ajustável:		1	2	3	4	5	6
			Travamento e Reforço para Ações Sísmicas:		1	2	3	4	5	6
			Segmento com Corte de Pontes Térmicas:		1	2	3	4	5	6
			Perfuração do Isolamento:		1	2	3	4	5	6
		Ferragens de ligação à estrutura:	Φ _____	1	2	3	4	5	6	
		Tubo de PVC:		1	2	3	4	5	6	
		Tela Impermeável:		1	2	3	4	5	6	
		Argamassa:	Traço ____/____/____	1	2	3	4	5	6	
Observações:										
<p>Notas: Os espaços de verificação para os diferentes atos de fiscalização deverão ser preenchidos de acordo com a seguinte simbologia: C - Conforme; N - Não Conforme; X - Não Aplicável; I - Impossível de observar. No caso das ferragens é necessário preencher com uma x os espaços disponíveis para descriminar os tipos que irão ser utilizados.</p> <p>O equipamento direto descrito em seguida é o equipamento de pedreiro básico sem o qual não é possível executar uma parede de alvenaria de tijolo: colher de pedreiro, pincel de pedreiro, balde, talocha, bitola, alisador de juntas e fasquias.</p>										

Fig.58- Materiais (FCC)

No final desta parte da FCC encontram-se notas orientadoras do preenchimento dos campos de verificação, bem como o equipamento que se subentende que os pedreiros têm em sua posse.

5.3.7.4. Tecnologia

A parte seguinte é a mais importante de toda a FCC. Esta parte é designada por tecnologia e prende-se com os métodos de execução dos panos. Nestas FCC do método teórico são abordados todos os passos necessários a correta verificação do pano, ou seja, são descritas as cronologias de procedimentos descritos no capítulo anterior. A organização das FCC no que toca ao controlo de execução foi feita com vista a facilitar a consulta e o preenchimento destas. Estão claramente separadas as diferentes

fases podendo distinguir-se facilmente as condições prévias, condições de execução e condições posteriores. A figura seguinte demonstra um exemplo de condições prévias de uma FCC.

Objecto de Conformidade	Tecnologia	Condições Prévias:						
		Superfície nivelada (2)	1	2	3	4	5	6
		Superfície limpa e seca (1)	1	2	3	4	5	6
		Molhagem dos tijolos / blocos (1)	1	2	3	4	5	6
		Verificação dos alinhamentos dos elementos estruturais e correção das Anomalias da Estrutura (1)	1	2	3	4	5	6
		Chapisco do betão da estrutura (3 dias antes) ou picagem deste (1)	1	2	3	4	5	6
		Determinação das cotas das aberturas em tosco (1)	1	2	3	4	5	6
		Marcação nos prumos das cotas das aberturas em toscos (1)	1	2	3	4	5	6
		Marcação nos prumos das cotas das fiadas de alvenaria (1)	1	2	3	4	5	6

Fig.59- Condições Prévias (FCC)

Estas condições encontram-se descritas no capítulo anterior. Todas elas são necessárias para que se possa iniciar a construção do pano de alvenaria em causa. Qualquer tipo de alteração na FCC será levada a cabo, pelo que a figura anteriormente apresentada é apenas um exemplo.

As condições de execução pressupõem desde logo uma maior lista de procedimentos que o elemento da equipa de controlo de qualidade responsável deve ter em conta. Para simplificar a sua tarefa foram realizadas separações das diferentes condições de execução que têm em conta as diferentes fases do processo construtivo de um determinado pano de alvenaria. FCC aplicadas a elementos que não panos de alvenaria necessitariam de separações distintas das levadas a cabo neste trabalho de tese. As FCC que foram realizadas e que se encontram em anexo foram separadas na sua grande maioria por fiadas ou intervalos de fiadas. A execução das fiadas é interrompida quando se deve proceder à execução de outro tipo de tarefas, tal como a realização do fundo da caixa de ar. Para isso interrompeu-se a execução de fiadas na 3ª. Obviamente que esta organização deve ser alterada quando o método de execução for distinto do apresentado para um controlo mais correto e eficaz. Os métodos utilizados e as suas explicações estão, mais uma vez, no capítulo anterior. A figura seguinte é relativa a uma das FCC em anexo, sendo que nesta é visível a organização já referida.

Objecto de Conformidade	Tecnologia	Cond. Execução:							
		Marcação das paredes	Marcação do alinhamento da parede com fio ou régua e do raio em caso de paredes curvas (1)	1	2	3	4	5	6
			Nivelamento da base da parede com argamassa (1)	1	2	3	4	5	6
		1ª fiada	Assentamento dos tijolos / blocos de canto da 1ª fiada marcando assim os cunhais e os topos do pano (1)	1	2	3	4	5	6
			Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco (1)	1	2	3	4	5	6
			Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação) (1)	1	2	3	4	5	6
			Verificação da localização do pano de parede (1);(3);(5)	1	2	3	4	5	6
			Assentamento dos restantes tijolos / blocos da 1ª fiada (1)	1	2	3	4	5	6
			Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco (1)	1	2	3	4	5	6
			Colocação dos grampos de solidarização entre panos (1)	1	2	3	4	5	6
			Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos (1)	1	2	3	4	5	6
			Verificação das condições das juntas verticais e do leito de argamassa (1ª fiada) (1);(7)	1	2	3	4	5	6
			Verificação da largura das aberturas em tosco (1)	1	2	3	4	5	6
		Colocação dos prumos (1)	1	2	3	4	5	6	
		Até 3ª fiada (com fundo de caixa de ar)	Assentamento dos tijolos / blocos dos dois panos até à 3ª fiada (1)	1	2	3	4	5	6
			Colocação dos grampos de solidarização entre panos (1)	1	2	3	4	5	6
			Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos (1)	1	2	3	4	5	6
			Remoção da argamassa em excesso após precursão com a colher no tijolo / bloco (1)	1	2	3	4	5	6
			Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação) (1)	1	2	3	4	5	6

Fig.60- Parte das Condições de Execução (FCC)

Nesta figura verifica-se ainda a existência de algumas caixas com mais destaque que outras. Esta foi uma das maneiras encontradas para tentar simplificar a tarefa do elemento da equipa de controlo de qualidade responsável, uma vez que destaca as tarefas que deverão ser acompanhadas obrigatoriamente. Não se deve deixar de lado as restantes tarefas, mas muitas delas podem ser verificadas posteriormente. As que se encontram destacadas são as que devem ser alvo de um controlo mais apertado, uma vez que posteriormente não poderão ser verificadas. No entanto, é aconselhável que o processo seja sempre verificado de uma forma contínua e que permita que a integridade da execução do muro seja acompanhada. Esta simplificação deverá ser apenas realizada em casos de extrema necessidade, em que o acompanhamento do processo de execução não possa ser efectuado integralmente. Por esta razão permite-se que as duas formas de preenchimento sejam levadas a cabo numa mesma FCC, sendo que mais tarde no campo de observações deverão ser referidos os atos realizados de uma forma e outra e os motivos. Um dos exemplos de tarefas destacadas é a existência de grampos de solidarização entre panos. Depois de o pano estar concluído não haverá maneira de verificar se estes componentes estão aplicados por estarem contidos nas juntas de argamassa. Mas como se pode reparar não estão destacados todos os campos com tarefas semelhantes. Isto porque na maioria das vezes os operários seguem um método do início ao fim da tarefa. A equipa de controlo de qualidade não deve nunca partir do princípio que a entidade executante tem uma atitude propositadamente danosa para o empreendimento. No entanto não existe a obrigatoriedade do elemento verificar em todas as fiadas a existência deste componente, caso contrário não simplificaria o processo.

Nas condições posteriores apenas está descrita a necessidade de um filme de plástico no muro em caso de chuva. Mas esta condição raramente é executada pelos operários, pelo que se encontra nas FCC para lembrar o elemento da equipa de controlo de qualidade que está a preencher a mesma desta necessidade.

Objecto de Conformidade	Tecnologia	Cond. Posteriores:						
		Proteção da parede com filme de plástico após dia de trabalho em caso de a parede apanhar chuva (1)	1	2	3	4	5	6
Observações:								
Notas:		<p>Os meios utilizados para se proceder à verificação da conformidade da execução da parede são os seguintes:</p> <p>(1) Visual</p> <p>(2) Medição com nível e régua de 2 metros</p> <p>(3) Medição com fita métrica</p> <p>(4) Verificação com fio de prumo</p> <p>(5) Verificação através de laser</p> <p>(6) Verificação no registo diário de pessoal em obra</p> <p>(7) Verificação com régua</p> <p>Os espaços de verificação para os diferentes atos de fiscalização deverão ser preenchidos de acordo com a seguinte simbologia: C - Conforme; N - Não Conforme; X - Não Aplicável; I - Impossível de observar</p> <p>O espaço relativo a observações deverá ser preenchido com informação que advenha de incumprimento no processo e de outras não conformidade. O objetivo não é proceder de imediato à correção. Isso seria posteriormente avaliado.</p>						

Fig.61- Condições Posteriores (FCC)

No final da zona relativa às tecnologias encontra-se um campo para observações onde se coloca a informação já referida no que toca às condições de execução, tendo também a necessidade de referência às condições prévias e às condições posteriores no sentido de explicar, se for caso disso, o porquê da não verificação ou impossibilidade de observação, bem como dos motivos de não aplicação de certas tarefas. Isto porque as FCC utilizadas em obra devem estar vocacionadas para o tipo de elementos a controlar, não sendo uma base de dados em que existem várias possibilidades. É por isso importante explicar porque razões não se aplicam ou não são observáveis as tarefas. Nestes casos será necessário que a equipa de controlo de qualidade proceda a uma avaliação do que se passou, dado que poderá haver ligações com a incorrecta execução do pano de alvenaria.

Toda a informação, quer seja relativa às condições de execução como prévias ou posteriores, está acompanhada de uma numeração. Essa numeração é relativa ao meio de controlo que o elemento da equipa de controlo de qualidade encarregue pelo acompanhamento do processo deverá utilizar. Na sua grande maioria as tarefas são acompanhadas e controladas visualmente.

No final encontra-se uma nota que visa explicar o método de preenchimento da FCC no que toca à tecnologia, estando ainda referidos os meios de controlo correspondentes à numeração que acompanha as tarefas.

5.3.8. AUTENTIFICAÇÃO

A autentificação é a parte da FCC na qual os intervenientes colocam as suas assinaturas para informar que tomaram conhecimento da FCC e do seu conteúdo. Isto valida o esforço da equipa de controlo de qualidade que muitas das vezes necessita de demonstrar que o seu trabalho foi realizado. A figura seguinte demonstra o aspeto da final da FCC.

Autentificação	Fiscal:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Obra:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Fiscalização:	1
		2
		3
		4
		5
		6
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelos intervenientes respetivos. O preenchimento é feito com a assinatura de cada um deles.		

Fig.62- Autentificação (FCC)

Mais uma vez é visível o acompanhamento de uma nota. Esta nota, mais uma vez, visa esclarecer dúvidas e colocar a responsabilidade do preenchimento dos campos presentes nos intervenientes certos.

5.4. NÃO CONFORMIDADES

As não conformidades devem ser alvo de intervenção por parte da equipa de controlo de qualidade. Devem ser estudados os problemas levantados para que depois se possa proceder à sua correção. Como já referido, a ferramenta utilizada nestes casos por esta equipa é designada por FCCNC. Neste documento são referidas as não conformidades e apontadas as medidas corretivas a levar a cabo para as eliminar. As soluções devem ser encontradas pelo empreiteiro e aceites pela equipa de controlo de qualidade. No subcapítulo seguinte é feita a apresentação deste documento.

As FCCNC devem ser utilizadas sempre que a equipa de controlo de conformidade se depare com uma não conformidade durante a receção ou durante o controlo de execução. Ou seja, sempre que numa FCC ou numa FARM exista uma não conformidade a equipa de controlo de qualidade deverá proceder ao preenchimento de uma FCCNC. As medidas corretivas serão depois avaliadas bem como a sua necessidade.

As FCCNC estão divididas nas seguintes partes:

- Cabeçalho;
- Identificação;
- Aplicação;
- Data;
- Não Conformidade;
- Correção da Não Conformidade;
- Autentificação.

5.4.1. CABEÇALHO

A imagem seguinte mostra o cabeçalho de uma FCCNC:

Obra: _____ - _____	FICHA CONTROLO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES	
Ref:		

Fig.63- Cabeçalho (FCCNC)

A explicação do cabeçalho é semelhante à dada anteriormente para as FARM e para as FCC. A diferença está no nome do documento e obviamente que a referência deste será também distinta.

5.4.2. IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA

As semelhanças entre a parte inicial das FARM e a parte inicial das FCC são propositadas. O objectivo é garantir que o elemento da equipa de controlo de qualidade crie habitação no preenchimento, tornando assim a sua tarefa mais simples e eficaz. Mas embora a estrutura seja a mesma o preenchimento deve ser adaptada à FCCNC. A aplicação e a data são apenas referentes a este

documento. Nos campos relativos à aplicação devem indicar-se o âmbito e o local a que este documento se aplica. No âmbito indica-se a não conformidade, não dando explicações. Por exemplo: “Falta de argamassa em juntas verticais”. No local coloca-se o pano em que tal é verificado.

5.4.3. NÃO CONFORMIDADE

Esta é a parte da FCCNC na qual é abordada e explicada a não conformidade em causa. A imagem seguinte demonstra quais os campos em que é necessário enfoque:

Não Conformidade	Fase da Obra:	Data de Detecção: ____/____/____ : ____
	Local:	
	Elemento / Componente:	
	Descrição:	
	Causas:	
	Elementos de Projeto / Legislação desrespeitados:	
	Fotos:	
	Especificações em Anexo:	

Fig.64- Não Conformidade (FCCNC)

Em primeiro lugar identifica-se a fase da obra e a data da deteção da não conformidade. Esta identificação é necessária para que o problema seja resolvido no local correto e num intervalo de tempo adequado. Identifica-se também o local onde foi detetada essa mesma não conformidade, bem como o elemento construtivo respetivo.

Feita a localização no espaço e no tempo da não conformidade pode começar-se a abordar a mesma. É feita uma descrição dos problemas verificados aquando da execução do pano de alvenaria. Só depois desta descrição é realizada uma investigação das possíveis causas, sendo elas referidas no campo seguinte da FCCNC. O preenchimento claro destes campos é necessário para garantir que as soluções encontradas serão as corretas. Após a descrição e da determinação da causa da não conformidade afigura-se necessário que se fundamente a razão pela qual existe uma não conformidade. Para isto são descritos os elementos de projecto e a regulamentação aplicável contendo as páginas e referências destes. Desta forma facilita-se a consulta por parte do empreiteiro destes documentos.

A equipa de controlo de qualidade deverá também colocar fotografias das não conformidades na FCCNC sempre que estas sejam visíveis. E mesmo que não sejam deve colocar fotografias do pano em questão. Através da visualização das fotografia é muito mais fácil perceber os problemas a analisar. Estas fotografias poderão ser anexadas ao documento mais à frente, mas no entanto existe um campo próprio neste documento no qual poderão ser colocadas as fotografias para melhor organização da FCCNC.

Em anexo podem ainda ser colocadas partes de documentos que demonstrem as especificações técnicas dos constituintes do pano e do pano em si.

5.4.4. CORREÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE

Na FCCNC deverão também ser abordadas as possíveis correções a serem feitas no elemento construtivo para eliminar as não conformidades. No entanto, muitas das vezes as não conformidades apresentam menos desvantagens se não forem intervencionadas do que apresentam se o forem. Isto acontece em casos de pequenos erros, no qual a reparação seria uma perda muito grande de dinheiro e de tempo. Por esta razão a equipa de controlo de qualidade deverá avaliar os prós e os contras da intervenção. Isto deverá ser feito no caso de as normas serem cumpridas, não sendo cumprido o plano de execução definido pelo projetista. A imagem seguinte mostra a estrutura existente nas FCCNC para a correcção de não conformidades:

Aplicação de Ações Corretivas		SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		
Notas:		O preenchimento dos campos relativos à Correção das Não Conformidades apenas é realizado se no preenchimento anterior se colocar um X no SIM No caso de existir legislação que não foi cumprida devido à não conformidade registada é feita a correção da não conformidade obrigatoriamente.		
Correção da Não Conformidade	Ações Corretivas:	Data	Início Previsto	__/__/__ __:__
			Início	__/__/__ __:__
			Fim Previsto	__/__/__ __:__
			Fim	__/__/__ __:__
	Responsável			
	Revisão das Ações Corretivas:		Data	__/__/__ __:__
			Responsável	

Fig.65- Correção da Não Conformidade (FCCNC)

No caso de ser necessário proceder à correcção da não conformidade devem ser definidas as acções corretivas por parte do empreiteiro, tendo a equipa de controlo de qualidade que as aceitar ou não consoante a sua apreciação. Esta equipa poderá ajudar na obtenção de medidas corretivas. As medidas que forem acordadas como sendo as necessárias de aplicar são descritas no espaço respetivo. O preenchimento deverá ser o mais claro e conciso possível por forma a ser de fácil compreensão.

À frente do campo de preenchimento da descrição das ações corretivas deverão ser colocadas as datas de início e de fim previstas e as datas de início e de fim reais para que haja um controlo eficaz por parte da equipa de controlo de qualidade. O responsável pela implementação deverá também ser identificado no campo respetivo, sendo este obviamente um elemento da equipa do empreiteiro.

Depois das ações corretivas um elemento da equipa de controlo de qualidade deverá proceder à análise destas. O elemento deverá ser preferencialmente o que detetou a não conformidade, ou seja, o que acompanhou o processo de execução do plano de alvenaria. A sua apreciação deverá ser colocada no espaço respetivo, sendo indicado se a ação corretiva está ou não conforme o requerido. A data desta apreciação deverá ser indicada no campo respetivo. O responsável por esta mesma apreciação é também identificado nesta parte da FCCNC.

5.4.5. AUTENTIFICAÇÃO

A autentificação é em tudo igual à dos outros documentos. No entanto, para que a FCCNC seja apresentada na sua totalidade é colocada a imagem seguinte:

Autenticação	Fiscal:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Obra:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Fiscalização:	1
		2
		3
		4
		5
		6
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelos intervenientes respetivos. O preenchimento é feito com a assinatura de cada um deles.		

Fig.66- Autentificação (FCCNC)

5.5. ALTERAÇÃO DE COMPONENTES E TAREFAS

Os procedimentos de alteração de tarefas deverão estar previstos no sistema de controlo de qualidade de qualquer tipo de elemento. Isto porque a alteração de tarefas não deverá ser tomada como pouco importante. As alterações devem ser sujeitas a apreciação e aprovação e só depois levadas a cabo no projecto. Só então é que poderão ser executadas. A equipa de controlo de qualidade deverá ter atenção à adaptação das suas ferramentas, uma vez que a alteração pode implicar falhas no controlo de qualidade. Obviamente que as ferramentas que deverão sofrer alterações ou adaptações, ou ainda ser produzidas de raiz mesmo mantendo a estrutura são as FCC e as FARM.

Quem normalmente propõe a alteração de uma tarefa é o empreiteiro. Este deve dirigir-se ao elemento que chefia a equipa de controlo de qualidade propondo a alteração que quer levar a cabo. Para que seja levada a cabo uma alteração em relação aos componentes ou tarefas a equipa de controlo de qualidade deverá encaminhar ao projetista e ao dono de obra esta mesma proposta para que estes averiguem se esta é ou não vantajosa ou possível. As entidades deverão reunir-se para discussão do assunto. A equipa de controlo de qualidade poderá dar o seu parecer, mas o essencial é a aprovação do projetista e do dono de obra. O documento utilizado pela equipa de controlo de qualidade é a FACT. Este documento é constituído pelas seguintes partes:

- Cabeçalho;
- Identificação;
- Aplicação;
- Data;
- Alteração;
- Aprovação;

- Elementos de Projeto;
- Autentificação.

Cada um destes campos será apresentado e explicado à semelhança do realizado para os restantes documentos já apresentados.

5.5.1. CABEÇALHO

A imagem seguinte demonstra o cabeçalho de uma FACT:

Obra: _____ - _____	FICHA DE ALTERAÇÃO DE COMPONENTES / TAREFAS	
Ref: _____		

Fig.67- Cabeçalho (FACT)

No cabeçalho a informação é mais uma vez a mesma já referida sendo apenas diferentes o nome do documento e, obviamente a referência deste.

5.5.2. IDENTIFICAÇÃO, APLICAÇÃO E DATA

A parte da FACT com a informação em causa é a seguinte:

Identificação	Empreendimento:	Aplicação	Âmbito:	(Identificação a controlar)
	Empreiteiro:		Local:	
	Dono de Obra:	Data	Pedido:	__/__/__ __:__
	Fiscalização:		Aprov.:	__/__/__ __:__
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela verificação da execução da parede dupla em causa. As assinaturas são feitas no final deste documento.				

Fig.68- Identificação, Aplicação e Data (FACT)

A explicação é a mesma dada para os outros documentos, sendo que, obviamente, a data e a aplicação são relativas a este. No âmbito deverá ser indicado o componente ou tarefa que o empreiteiro quer alterar.

5.5.3. ALTERAÇÃO

A alteração de tarefas ou de componentes tem uma parte na FACT com o seguinte aspeto:

Alteração:	Alteração Pedida pelo Empreiteiro:		
	Implicações no Custo:		
	Implicações no Prazo:		
	Parecer da Fiscalização:		
Aprovação	Projetista:	SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável.			

Fig.69- Alteração (FACT)

Como se pode verificar o preenchimento da FACT é bastante simples. De facto apenas existem 2 campos a preencher. Um deles é relativo ao pedido de alteração feito pelo empreiteiro. Neste campo deverá ser explicada a alteração bem como o porquê da mesma. O empreiteiro deve ser claro na explicação e apresentar o que o levou a pedir a alteração. O campo seguinte é relativo ao parecer dado pela equipa de controlo de qualidade. Aqui esta equipa deve ser clara no que explica. Deve apreciar o componente ou tarefa não alterado e apreciar também o alterado. No entanto não é esta equipa que decide. A aprovação deverá ser feita pelo projetista que avalia os conflitos que a alteração implicará. Na FACT a resposta do projetista é colocada na forma de um sim ou um não. Se a resposta for sim o empreiteiro poderá realizar a tarefa consoante o pedido.

5.5.4. ELEMENTOS DE PROJETO

Os elementos de projecto devem ser especificados na FACT para permitir uma fácil consulta pelos intervenientes. Estes documentos suportam o parecer da equipa de controlo de qualidade, uma vez que esta mesma equipa se deve basear nestes elementos para dar o seu parecer. Os elementos passíveis de serem referenciados na FACT são os mesmos que nas outras fichas já apresentadas.

Elementos de Projecto	Peças Escritas:	refs:
	Peças Desenhadas:	refs:
	Caderno de Encargos:	págs:
	Condições Técnicas:	refs:
	Mapa de Trab. e Qtd.:	refs:
	Outros:	refs:
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável. Deverão ser especificadas as referências dos elementos de projeto que prevêem a parede dupla em causa. Os espaços deverão ser preenchidos com a referência ou página do documento em causa para melhor se verificar os conteúdos em caso de necessidade.		

Fig.70- Elementos de Projeto (FACT)

5.5.5. AUTENTIFICAÇÃO

Mais uma vez a autentificação é a parte do documento em que são feitas as assinaturas pelas mesmas razões apresentadas para outros documentos.

Autentificação	Fiscal:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Obra:	1
		2
		3
		4
		5
		6
	Director da Fiscalização:	1
		2
		3
		4
		5
		6
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelos intervenientes respetivos. O preenchimento é feito com a assinatura de cada um deles.		

Fig.71- Autentificação (FACT)

6

Método Simplificado de Controlo de Qualidade de Alvenarias

6.1. METODOLOGIA PROPOSTA PARA SIMPLIFICAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLO DE QUALIDADE

Nos tempos que correm as equipas de controlo de qualidade têm um papel preponderante na construção. No entanto, muitas vezes estas equipas não implementam correctamente o sistema de controlo de qualidade. Este é um problema que afeta a qualidade final dos empreendimentos. Isto acontece muitas das vezes não por falta de interesse das equipas de controlo de qualidade, mas sim por falta de capacidade de flexibilização que estas têm, acontece porque estas equipas têm que controlar um grande número de factores com uma estrutura pequenas demais. As equipas de controlo de qualidade deveriam seguir uma estrutura bem estudada e fundamentada. Deveriam estar divididas por Áreas Funcionais com um número de elementos suficiente para fazer face às necessidades do empreendimento e muitas vezes isto não acontece, o que acontece é que as equipas de controlo de qualidade têm uma estrutura muito pequena e claramente insuficiente para os fins a que se propõe. Os elementos que têm como funções controlar a execução da obra e das suas partes têm muitas vezes dificuldade por terem que controlar uma grande quantidade de trabalhos simultaneamente. Por esta razão acabam por não aplicar as FCC a muitas das tarefas. As FCC mais aplicadas prendem-se com as fundações e a estrutura. Isto advém de uma ideia de que estes elementos são bastante dispendiosos e que em caso de rotura tudo está posto em causa. Não deixa de ser verdade que a parte estrutural é bastante importante, mas uma estrutura não faz uma construção no seu todo. De facto a construção é um conjunto de soluções construtivas que devem ser abordados separadamente mas visando atingir um todo. A construção de panos de alvenaria pode não pôr em risco a integridade física de um edifício só por si, mas é um elemento essencial na garantia do conforto dos utilizadores. O processo de realização de panos de alvenaria não é de todo simples, de facto, tal como pode ser visto no capítulo 3, estes elementos são bastante complexos e com possibilidades de variação de soluções que ultrapassam as estruturas. É por isso importante garantir que a equipa de controlo de qualidade procede à implementação do sistema de controlo de qualidade.

Pelas razões anteriormente referidas é apresentado neste capítulo um sistema de controlo de qualidade simplificado relativamente ao teórico que visa não perder de vista os pontos de verificação essenciais. A simplificação é feita nos documentos que as equipas devem utilizar nos diferentes momentos de controlo, não sendo, no entanto alterada a estrutura básica destas. Isto porque se faz uma análise comparativa entre os dois métodos, sendo que são ambos válidos. No método proposto não são alterados os documentos de correcção de não conformidades e de alteração de componentes ou tarefas. Isto porque estes documentos são já de fácil utilização, sendo que são mesmo necessários. As alterações foram feitas nos documentos que normalmente são postos de parte ou realizados de uma

maneira insuficiente. O método proposto não visa alterar a organização das equipas de controlo de qualidade, mas apenas as suas ferramentas. No entanto, o seu nome e número continuam inalterados. Para efeitos de comparação é utilizado o termo “proposta” juntamente com o nome dos documentos alterados. Desta forma os documentos que este sistema simplificado comporta são os seguintes:

- FARM proposta;
- FCC proposta;
- FCCNC;
- FACT.

Neste capítulo abordar-se-ão apenas os dois primeiro documentos anteriormente citados dado que os restantes já o foram.

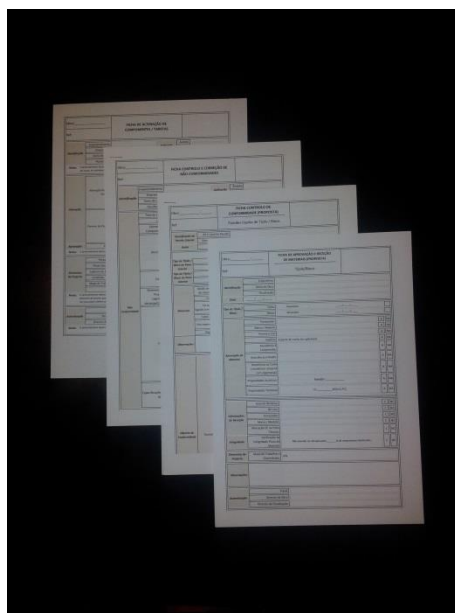


Fig.72- Documentos do Sistema de Controlo de Qualidade Simplificado Proposto (ver anexos)

6.2. SISTEMA SIMPLIFICADO DE APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS

Estes dois momentos de controlo são abordados simultaneamente porque as suas definições já foram apresentadas e, além disso, são suportadas pelo mesmo documento. Como já foi referido, a estrutura mantém-se inalterada. No entanto, neste método proposto é apenas utilizada uma FARM. Ou seja, quer se trate da aprovação e receção de alvenarias com marcação CE ou de alvenarias sem essa marcação o documento utilizado é o mesmo. Isto visa descomplicar o processo de aprovação e receção de alvenarias. Este é o principal motivo da realização de uma proposta de FARM dado que a simplificação de verificações pode ser feita na FARM teórica. A indicação da existência de marcação CE é realizada na ficha aquando da receção.

6.2.1. FARM SIMPLIFICADA

O preenchimento da FARM proposta é idêntico ao realizado na FARM teórica, tendo, no entanto, menos verificações. Isto porque na grande maioria das vezes as verificações são de facto desnecessárias. Em casos de necessidade dessas verificações os campos serão facilmente acrescentados na FARM proposta. As FARM propostas são apenas aplicáveis a uma receção, sendo

que em receções futuras estas não se podem voltar a utilizar mesmo que sejam entregues em obras alvenarias do mesmo género. Isto é bem visível pela falta do quadro de atos que estava presente nas FARM teóricas.

A apresentação das FARM propostas é feita sem que no entanto sejam repetidas explicações acerca das partes destas que são iguais às da FARM teórica.

6.2.1.1. Cabeçalho, Identificação e Tipo de Tijolo ou Bloco

Apresentam-se numa só imagem todos estes campos por serem exactamente iguais aos de uma FARM teórica.

Obra: _____ - _____		FICHA DE APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS (SIMPLIFICADA)		
Ref: _____				
		Tijolo/Bloco		
Identificação	Empreiteiro:			
	Dono de Obra:			
	Fiscalização:			
Data	____/____/____			
Tipo de Tijolo / Bloco	Tijolo:	Dimensões	____/____/____	<input type="checkbox"/>
	Bloco:	Dimensões	____/____/____	<input type="checkbox"/>

Fig.73- Cabeçalho, Identificação e Tipo de Tijolo ou Bloco (FARM Simplificada)

Não se faz qualquer explicação acerca destes campos dado que esta já foi feita anteriormente aquando da apresentação das FARM teóricas.

6.2.1.2. Aprovação de Materiais

Esta parte foi alterada. Na imagem seguinte mostram-se os campos necessários para o preenchimento aquando da aprovação:

Aprovação do Material	Fornecedor:		A	NA
	Marca / Modelo:		A	NA
	Textura e Cor:		A	NA
	Espécie:	Espécie de rocha (se aplicável)	A	NA
	Resistência à Compressão:		A	NA
	Resistência à Flexão:		A	NA
	Resistência ao Corte (resistência conjunta com argamassa):		A	NA
	Propriedades Acústicas:	Rw(dB)= _____	A	NA
	Propriedades Térmicas:	U= _____ W/(m ² .°C)	A	NA

Fig.74- Aprovação de Materiais (FARM Simplificada)

Resumiram-se as características que a alvenaria deve apresentar dado que esta são, regra geral, as mais relevantes em alvenarias. Caso não o sejam deverão ser alterados os campos respetivos. No limite, a FARM proposta poderá ficar igual à teórica. No entanto, esta simplificação é feita pensando que nas alvenaria nem todos os campos necessitarão de verificação.

Neste documento não é colocada a data de aprovação das alvenarias por simplicidade apenas.

6.2.1.3. Informações de Receção e Transporte, Armazenagem e Integridade

A principal está nesta parte da FARM proposta. Para além da inexistência do quadro de atos para impedir confusões no preenchimento, os quais deveriam ser em pequeno número, a principal alteração é a capacidade de um só documento ser capaz de suportar o elemento da equipa de controlo de qualidade na receção de alvenarias com ou sem marcação CE. O que acontece é que nesta FARM não são feitas as verificações das características das alvenarias a recepcionar dado que já foram vistas na avaliação. Além disso não são realizados ensaios aquando da receção de alvenarias para comprovar o que é especificado na ficha técnica. Isto tem ainda a vantagem de acelerar o processo de receção de alvenarias, neste caso, dado que o conjunto de verificações necessárias é muito menor.

Informações de Receção	Guia de Remessa:		C	NC
	Nº Lote:		C	NC
	Fornecedor:		C	NC
	Marca / Modelo:		C	NC
	Marcação CE na Ficha Técnica:		C	NC
Integridade	Verificação da Integridade Física do Material:	Não deverão ser ultrapassados _____% de componentes danificados.	C	NC

Fig.75 - Informações de Receção e Transporte, Armazenagem e Integridade (FARM Simplificada)

Na imagem anterior é também possível verificar que a informação relativa ao transporte, armazenagem e integridade de alvenarias é também bastante mais vaga. Isto porque basta que verifique a integridade é mantida em todos os casos. É colocada uma percentagem máxima de material danificado que não irá ser verificado, mas que pode dar uma ideia das tolerâncias em causa. No caso de a percentagem de material não ser aceitáveis coloca-se como não conforme este campo. Em torno disto é preenchida uma FCCNC, bem como acontece com qualquer outra não conformidade na receção de materiais.

6.2.1.4. Elementos de Projeto

Na imagem seguinte é exemplificado o campo relativo a elementos de projeto:

Elementos de Projecto	Mapa de Trabalhos e Quantidades:	refs:
------------------------------	----------------------------------	-------

Fig.76 – Elementos de Projecto (FARM Simplificada)

Como pode ser verificado apenas se coloca o mapa de trabalhos e quantidades como elemento a consultar. Isto por razões que se prendem com a quantidade excessiva ou insuficiente de alvenaria a rececionar. Com isto pode ser feito um controlo atempado que responda às necessidades da obra no que toca a materiais.

6.2.1.5. Observações e Autentificação

Em seguida é apresentada uma imagem que permite ver ambos os campos referidos no título deste subcapítulo:

Observações:			
Autenticação	Fiscal:		
	Director da Obra:		
	Director da Fiscalização:		

Fig. 77 – Observações e Autentificação (FARM Simplificada)

Como é possível verificar, estes campos são iguais aos presentes nas FARM teóricas pelo que não se faz uma nova explicação do método de preenchimento.

6.3. SISTEMA SIMPLIFICADO DE CONTROLO DE EXECUÇÃO DOS PANOS DE ALVENARIA

É no momento de controlo relativo à execução de elementos construtivos de alvenaria que se pretende intervir com maior eficácia. Isto porque é neste momento de controlo que as equipas de controlo de qualidade muitas vezes falham. Com a aplicação de FCC mais simples o trabalho da equipa de controlo de qualidade é levado a cabo, embora com um controlo não tão rigoroso. No fundo, o elemento terá apenas um conjunto de verificações a efectuar durante a execução, tendo também sido simplificados as restantes partes da FCC. Designam-se por FCC propostas as FCC elaboradas com

vista a simplificar o sistema de controlo de qualidade, mais concretamente, a simplificar o momento de controlo de execução.

6.3.1. FCC SIMPLIFICADA

A estrutura das FCC propostas é de mais fácil compreensão que a das FCC teóricas. Isto foi feito com o intuito de focalizar o trabalho do elemento da equipa de controlo de qualidade responsável pelo seu preenchimento, permitindo que este possa verificar a realização de várias tarefas num intervalo de tempo mais curto que as que verificaria caso o controlo de execução fosse mais apertado.

Tal como acontece nas FARM propostas, uma FCC proposta apenas pode ser aplicada uma vez. Isto porque o quadro de atos é inexistente, levando a que não se possam verificar vários panos, mesmo que semelhantes numa mesma FCC. Isto foi feito com vista à simplificação do preenchimento e consulta, sendo que cada pano de alvenaria controlado tem uma FCC proposta correspondente.

A estrutura das FCC proposta está descriminada nos capítulos seguintes.

6.3.1.1. Cabeçalho

O cabeçalho das FCC propostas é apresentado na imagem seguinte:

Obra: _____-_____	FICHA CONTROLO DE CONFORMIDADE (SIMPLIFICADA) Paredes Duplas de Tijolo / Bloco	
Ref:		

Fig.78 – Cabeçalho (FCC Simplificada)

A única diferença do cabeçalho presente nas FCC propostas em relação ao das FCC teóricas é o nome do documento. A restante explicação foi já feita aquando da apresentação das FCC teóricas.

6.3.1.2. Identificação da Parede Exterior e Datas

A apresentação destes campos feita na figura seguinte mé já diferente da referente às FCC teóricas.

Identificação da Parede Exterior	Nº e Local da Parede:		
	Elementos de Projeto:		
Datas	Início:	__/__/__ __:__	Fim: __/__/__ __:__

Fig.79 - Identificação da Parede Exterior e Datas (FCC Simplificada)

Neste caso não é feita a descrição do âmbito nem dos intervenientes. É apenas colocada informação relativa ao pano de parede a controlar. Define-se esse pano e referem-se os elementos de projetos a verificar em caso de dúvida.

As datas de início e fim de tarefa devem também ser preenchidas.

6.3.1.3. Tipo de Tijolo ou Bloco do(s) Pano(s)

Nesta parte da FCC proposta é colocada a informação dos tipos de alvenarias a utilizar bem como as suas dimensões. Também deverá ser colocada a referência comercial. Estas informações estão discriminadas na figura seguinte:

		Tipo	Ref. Comercial	Dimensões
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano Interior	Tijolo:			___/___/___
	Bloco:			___/___/___
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano Exterior	Tijolo:			___/___/___
	Blocos:			___/___/___

Fig.80 – Tipo de Tijolo ou Blocos do(s) Pano(s) (FCC Simplificada)

6.3.1.4. Materiais

As verificações de equipamentos e de mão de obra foram postas de parte para simplificar o trabalho do elemento da equipa de controlo de qualidade. Isto uma vez que o empreiteiro os deverá ter para concluir o trabalho. Mas os materiais devem ser sempre alvo de verificação, uma vez que o trabalho poderá ser executado sem alguma. Além disso é vista a adequabilidade destes ao trabalho em causa. Na imagem seguinte encontra-se um exemplo desta parte da FCC proposta.

Materiais	Betão (estrutura de travamento):	C___/___	C	NC
	Grampos: Tipo:		C	NC
	Ferragens de ligação à estrutura:	φ_____	C	NC
	Tubos de PVC:		C	NC
	Tela Impermeável:		C	NC
	Argamassa:	Traço ___/___/___	C	NC

Fig.81 – Materiais (FCC Simplificada)

As verificações são apenas feitas uma vez. A altura em que são feitas é quando se inicia a construção do pano. Obviamente que alguns dos materiais serão colocados posteriormente a esta fase inicial, tal como o betão da estrutura de travamento.

O campo de observações colocado a seguir ao campo relativo às verificações de materiais deve ser preenchido com qualquer problema ou esclarecimento que advenham do preenchimento de todos os campos até aqui.

6.3.1.5. Objeto de Conformidade Tecnologia

É nesta zona que a FCC proposta apresenta a sua grande mais valia. A simplificação relativamente às FCC teóricas é bastante grande. Não deixam de se controlar as condições prévias. Mas no entanto o número desta é menor. Nas condições de execução as simplificações são ainda mais profundas. Enquanto que nas FCC teóricas é colocada uma cronologia de procedimentos que leva a um controlo demorado, nas FCC propostas são colocados os pontos de verificação essenciais. Estes pontos

subdividem-se em duas partes. A primeira é relativa a verificações que devem ser realizadas durante a execução do pano de alvenaria. A segunda é relativa a verificações que se podem levar a cabo no final da construção do pano de alvenaria. Só são verificados durante a execução os pontos que não o possam ser no final por não serem verificáveis. Esta simplificação tem as suas vantagens e desvantagens abordados mais à frente tal como os restantes documentos alterados.

Na figura seguinte apresenta-se a parte das FCC propostas relativa às condições de execução.

Objecto de Conformidade	Tecnologia	Condições Prévias:	
		Superfície nivelada, limpa e seca	C NC
		Correção das anomalias da estrutura e respetivo chapisco	C NC
		Cond. Execução:	
	Durante execução da parede	Verificação do fundo da caixa de ar	C NC
		Verificação da existência dos tubos de PVC como dispositivos de drenagem	C NC
		Verificação da colocação de isolamento	C NC
		Verificação da existência de grampos de solidarização entre os panos	C NC
		Verificação da ferragens de solidarização entre o pano e a estrutura	C NC
		Verificação da colocação de padieiras	C NC
	No final da execução da parede	Verificação da colocação de caixas de estores	C NC
		Verificação dos alinhamentos dos panos	C NC
		Verificação dos remates de peitoris e ombreiras	C NC
		Verificação do tapamento da furação dos tijolos nos cunhais	C NC
		Verificação do imbricamento dos tijolos / blocos nos cunhais	C NC
		Verificação da estrutura de travamento	C NC
		Verificação das condições das juntas verticais e horizontais	C NC
		Verificação das condições dos tijolos / blocos (nunca partidos)	C NC
		Verificação do largura das aberturas em toco	C NC
		Verificação da verticalidade e horizontalidade e do alinhamento finais	C NC

Fig.82 – Objeto de Conformidade Tecnologia (FCC Simplificada)

Na imagem anterior é possível verificar que não existem condições posteriores. Isto verifica-se porque o caso das alvenarias não é comum que estas sejam levadas a cabo. A única que poderia ser colocada seria o cobrimento do pano de alvenaria com um pano de plástico em caso de chuva, mas esta condição raramente é tida em conta.

No final desta parte existe um campo onde o elemento da equipa de controlo de qualidade responsável pelo preenchimento da FCC proposta deverá colocar as observações e problemas decorrentes desse mesmo preenchimento.

6.3.1.6. Autentificação

A autentificação é mais uma vez igual às anteriores. De qualquer modo apresenta-se esta parte da FCC proposta na imagem seguinte:

Autentificação	Fiscal:	
	Director da Obra:	
	Director da Fiscalização:	

Fig.83 – Autentificação (FCC Simplificada)

6.4. NÃO CONFORMIDADES E ALTERAÇÃO DE COMPONENTES OU TAREFAS

O sistema de controlo de qualidade simplificado proposto neste trabalho de tese visa simplificar o controlo exercido pela equipa de controlo de qualidade. No entanto, no que toca aos procedimentos abordados neste subcapítulo o sistema de controlo de qualidade simplificado não introduz qualquer alteração. Isto porque as ferramentas em causa não são tão utilizadas como as de controlo de execução e, além disso, convém que os procedimentos relativos a não conformidades e a alterações de tarefas sejam o mais completos possível. De facto é importante que sejam dadas todas as informações para que os intervenientes que têm que proceder à avaliação dos casos tenham bases para que as suas decisões sejam o mais acertadas possível. Se tal não acontecer as decisões tomadas podem ser bastante afastadas das necessidades da obra, levando a possíveis erros. Estes erros poriam a qualidade da obra em risco, bem como o evoluir desta. As não conformidades necessitam de correcções que não devem ser realizadas com fundamentos e informações erradas ou incompletas, dado que essas mesmas correcções se podem vir a apresentar como desnecessárias ou até mesmo erradas. As alterações de tarefas ou de componentes também necessitam de uma fundamentação cuidada e adequada a cada caso. Para que a equipa de controlo de qualidade possa dar o seu parecer e o projectista possa dar a sua opinião é fundamental que as razões do pedido estejam bem claras, sendo referidas as vantagens da solução apresentada como alternativa. Só desta forma pode ser tomada a melhor decisão para o empreendimento em causa.

As razões para o preenchimento dos documentos relativos a estes procedimentos são as mesmas que foram apresentadas no sistema de controlo de qualidade teórico.

7

Comparação dos Métodos Através da Aplicação Prática

7.1. APLICAÇÃO PRÁTICA DE FCC

Os documentos anteriormente apresentados foram realizados com o intuito de permitir a implementação do sistema de controlo de qualidade de alvenarias. Tenta-se que ambos os sistemas, tanto o teórico como o prático, sejam o mais corretos possível. Por esta razão não se poderia permitir que estes fossem apresentados sem que a documentação que os suporta fosse experimentada na prática. A experimentação foi feita num empreendimento que é apresentado no subcapítulo seguinte.

7.1.1. EMPREENDIMENTO EM QUE FORAM APLICADAS AS FCC

O preenchimento das FCC foi realizado na construção da nova EGP ou Escola de Gestão do Porto, o qual se encontra na Sra. da Hora em Matosinhos. A localização foi estrategicamente escolhida para estar próximo das principais artérias de circulação, bem como de outros locais de interesse. O lote encontra-se confinado por outros lotes, um deles é o da Igreja da Sra. da Hora, e por duas vias de circulação, sendo estas a Av. Fabril do Norte e a Rua João Mendonça.

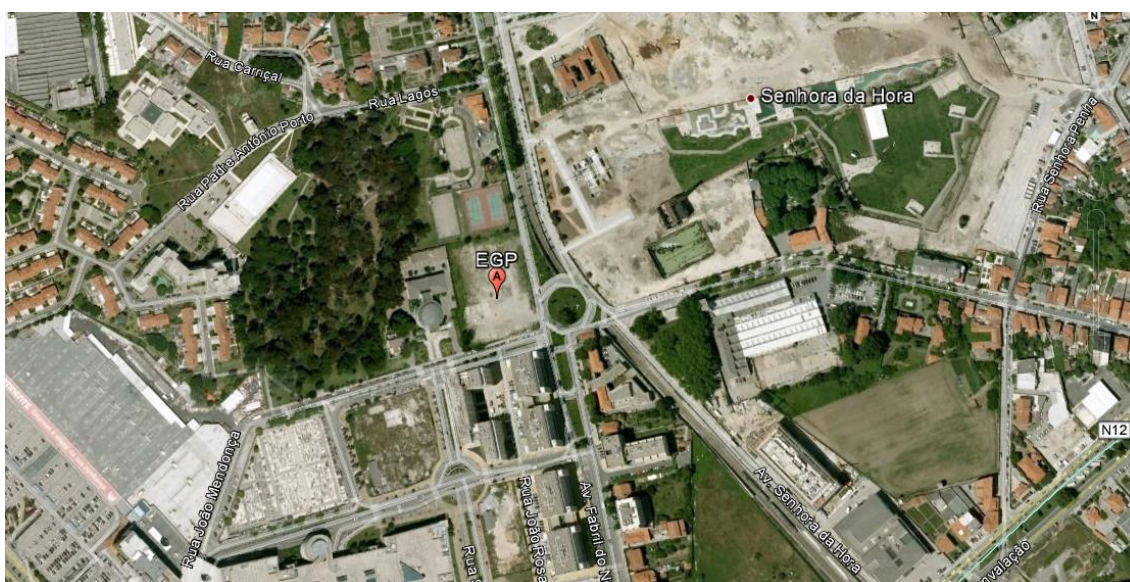


Fig.84-Imagem Google Earth

O cenário urbano envolvente ajudou a determinar a arquitectura do empreendimento. O empreendimento apresenta uma configuração que coloca os dois volumes edificados mais juntos das

vias. Os dois volumes edificados interceptam-se formando um todo. O piso térreo é relativo a zonas comuns e de serviços complementares. A estrutura foi pensada para albergar mais de mil alunos.

O custo global pelo que a empreitada foi adjudicada foi inferior aos 10 milhões de euros. O lote tem cerca de 9700 m², sendo que a área de implantação é de apenas 4500 m². A superfície construída é de 9000 m². Um dos edifícios tem 4 pisos incluindo o R/C e o outro 2 pisos incluindo o R/C.

A nova EGP entra em funcionamento, segundo o planeamento, em Setembro de 2013, tendo sido a sua construção iniciada em 2011.

7.1.2. ROTEIRO DE INSPEÇÃO

Para se validarem os documentos produzidos e os respetivos sistemas de controlo de qualidade tornou-se indispensável que se procedesse ao preenchimento destes. Para se preencher as FCC recorreu-se a mais que um caso. Isto porque só desta forma se pode garantir que não existem erros e faltas nestes documentos. Para incrementar a eficácia desta análise foram preenchidas FCC para dois elementos distintos. Isto porque se fossem preenchidas FCC para elementos iguais as conclusões seriam as mesmas. Para cada um dos panos de alvenaria foram aplicadas duas FCC, uma do método teórico e outra do método simplificado. Tendo um mesmo pano de alvenaria em duas FCC distintas, cada uma de um método, pode proceder-se a uma comparação clara.



Fig.85. – Preenchimento de documentos em Obra

O roteiro de inspeção baseou-se no facto de as FCC terem que ser aplicadas a dois panos distintos. No entanto, ambas as FCC foram aplicadas a paredes duplas, dado que estas são mais complexas por natureza. As FCC referentes a muros ou paredes armadas não foram aplicados, mas tudo se trata da adaptação da cronologia de procedimentos presente nas FCC teóricas, uma vez que a estrutura é semelhante. A sua não aplicação deveu-se ao facto de no empreendimento em causa não estarem a ser executados tais panos ou simplesmente pela inexistência destes no mesmo. Tendo em conta estas *nuances*, foram alvo de controlo de execução duas paredes duplas, mas com soluções distintas nos tijolos ou blocos aplicados.

As FCC preenchidas referentes aos dois casos encontram-se no anexo A3 para o método teórico e no anexo A4 para o método simplificado. Apenas se afigura necessário apresentar um dos casos para ser possível verificar as diferenças entre o método teórico e o simplificado.

O primeiro pano de alvenaria a ser alvo de controlo de execução através de uma FCC foi uma parede dupla do 2º Piso do edifício mais a norte, designado nas FCC como edifício A. Por não haver acesso à

referência das paredes colocou-se uma que fosse facilmente identificável. A referência colocada nas FCC aplicadas a esta parede foi PI36A, sendo PI de parede interior e A de edifício A. O número 36 foi apenas para dar uma ideia que esta é uma parede numerada.



Fig.86 – Foto Parede PI36A

Ambos os métodos foram aplicados simultaneamente. Obviamente que no caso das FCC simplificadas a parte de verificação posterior apenas foi levada a cabo após a execução do pano.

Primeiramente preencheu-se o cabeçalho. A primeira informação é a referência da obra, a qual foi também pensada como um exemplo por não haver informação sobre a tipologia utilizada pela equipa de controlo de conformidade nestes casos. O mesmo foi feito para a referência do documento. A parte central encontrava-se previamente preenchida. O nome da empresa responsável pelo controlo de qualidade não foi apresentado porque o preenchimento não foi levado por esta.

Obra: <u>EGP - 001</u>	FICHA CONTROLO DE CONFORMIDADE <hr/> Paredes Duplas de Tijolo / Bloco	
Ref: <u>FCCT-001</u>		

Fig.87- Preenchimento Cabeçalho FCC Teórica

Em seguida preencheu-se a parte da identificação. Mais uma vez a informação em falta condicionou o preenchimento. Não se tratava no entanto de informação relevante para garantir que a FCC tinha uma sequência ou até um bom preenchimento em partes posteriores. Não se colocaram as identificações dos intervenientes, não faltando no entanto a identificação da obra.

O âmbito foi preenchido de forma clara, tal como o local. No primeiro identificou-se que se tratava de construção e não de correcção ou de reabilitação. No segundo identificou-se o local com a referência da parede anteriormente descrita.

Nas datas referiram-se as de início e de fim da execução da parede em causa.

Identificação	Empreendimento:	Escola de Gestão do Porto	Aplicação	Âmbito:	Construção (controlar)
	Empreiteiro:	_____		Local:	PI 36 A
	Dono de Obra:	_____	Data	Início:	15/05/2013 11:30
	Fiscalização:	_____		Fim:	16/05/2013 17:05

Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela verificação da execução da parede dupla em causa. As assinaturas são feitas no final deste documento.

Fig.88 – Preenchimento Informação FCC Teórica

No quadro de atos o preenchimento foi também simples. Colocou-se a referência da parede a controlar e as duas datas em que tal foi feito. Nos espaços centrais do quadro foi identificado o ato de fiscalização (1).

Quadro de Atos	Data	15/05/2013	16/05/2013	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__
	Local	11:30	15:00	__:	__:	__:	__:
	PI 36 A	1	1				

Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela verificação da execução da parede dupla em causa. Existem 6 atos de fiscalização passíveis de ser executados com a execução desta ficha sendo que mais abaixo se encontram espaços para as verificações no mesmo número. A data e o local devem ser identificados de cada vez que seja levado a cabo um ato de fiscalização.

Fig.89 – Preenchimento do Quadro de Atos FCC Teórica

Na parte seguinte encontra-se a informação da alvenaria a utilizar em ambos os panos. A referência comercial não foi também ela fornecida, pelo que esta parte não foi preenchida. Já as dimensões foram discriminadas na FCC. Primeiramente foram apresentadas as informações do pano interior e em seguida as do pano exterior. Neste caso o pano interior seria construído com tijolo furado de 7 cm e o pano exterior com tijolo furado de 11 cm.

		Referência Comercial	Dimensões
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano Interior	Tijolo Furado:	Não Fornecido	30/20/07
	Tijolo Perfurado:		___/___/___
	Tijolo Maciço:		___/___/___
	Bloco Acústico:		___/___/___
	Bloco Térmico:		___/___/___
	Bloco de Gesso:		___/___/___
	Tijolo Térmico:		___/___/___
	Blocos Cerâmicos de Furação Vertical:		___/___/___
	Blocos Celulares Autoclavados:		___/___/___
	Blocos de Betão:		___/___/___
	Blocos Sílico-Calcários		___/___/___
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano	Tijolo Furado:	Não Fornecido	30/20/11
	Tijolo Perfurado:		___/___/___
	Tijolo Maciço:		___/___/___
	Bloco Acústico:		___/___/___
	Bloco Térmico:		___/___/___
	Bloco de Gesso:		___/___/___
	Tijolo Térmico:		___/___/___

Fig.90 – Preenchimento do Tipo de Tijolo ou Bloco FCC Teórica

Os campos dos restantes tipos de alvenaria não foram eliminados porque os panos a controlar só foram determinados em obra quando as FCC se encontravam já impressas. Em condições normais seriam eliminados os campos que não fossem ser aplicados em obra.

Os elementos de projeto não foram fornecidos, pelo que o seu preenchimento não foi possível. No entanto, esta parte da FCC não era de relevância acentuável para o estudo da adequação das FCC.

Elementos de Projecto	Memória Descritiva:	págs:	Não Fornecido
	Peças Desenhadas:	refs:	Não Fornecido
	Caderno de Encargos:	págs:	Não Fornecido
	Condições Técnicas:	refs:	Não Fornecido
	Mapa de Trab. e Qtd.:	refs:	Não Fornecido
	Outros:	refs:	_____
<p>Notas: O preenchimento destes campos é feito pelo elemento da equipa de fiscalização responsável pela verificação da execução da parede dupla em causa. Deverão ser especificadas as referências dos elementos de projeto que prevêm a parede dupla em causa. Os espaços deverão ser preenchidos com a referência ou página do documento em causa para melhor se verificar os conteúdos em caso de necessidade. No caso das peças desenhadas deverá, sempre que possível, ser anexado um pormenor da parede em questão.</p>			

Fig.91- Preenchimento de Elementos de Projeto FCC Teórica

O mesmo sucedeu com as aberturas em tosco. Isto já prejudica verificações durante a execução do pano que serão apresentadas posteriormente. As aberturas desta parede eram correspondentes a janelas, uma neste caso.

		Referência da Parede	Dimensões das Aberturas em Tosco (b;h)
Aberturas em tosko	Portas:	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	Portas de varanda:	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	Janelas:	OPI 36A	Não Fornecido
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	Caixas de Incêndio:	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

Fig.92- Preenchimento das Aberturas em Tosco FCC Teórica

O preenchimento da mão de obra foi feita tendo em conta o pessoal presente e que estava a levar a cabo o trabalho, não tendo sido preenchida com os valores que seriam de esperar. Ou seja, não se preencheu o número de operários com base no planeamento. Nesta parte da FCC é já visível o preenchimento apenas do 1º ato de fiscalização.

Verificou-se a existência de um encarregado e um arvorado, bem como de 1 oficial e 1 ajudante, sendo estes últimos os que estavam a realizar o pano de parede.

Mão-de-Obra de Chefia	Encarregado:		C	2	3	4	5	6
	Arvorado:		C	2	3	4	5	6
Mão-de-Obra de Produção	Oficiais: 1	Folha de entrada de pessoal em obra e verificação em campo	C	2	3	4	5	6
	Ajudantes: 1	Folha de entrada de pessoal em obra e verificação em campo	C	2	3	4	5	6

Fig.93 – Preenchimento Mão de Obra FCC Teórica

Os equipamentos foram preenchidos tendo em conta as mesmas nuances da mão de obra. Por esta razão o número de equipamentos é colocado através do verificado visualmente. Neste caso também não se trata de informação relevante. Apenas importa referir a presença dos equipamentos necessários. Quando se verifica o corte de alguns campos de numeração é porque não foi possível verificar o seu número. Quando o equipamento não é aplicável é colocada uma cruz no espaço de verificação.

Os equipamentos diretos foram verificados bem como o seu número, tal como o equipamento indireto. De relevar é o facto de os tijolos serem transportados para o piso em causa através de um guincho. Existia uma grua que poderia fazer o transporte, mas no entanto estava ocupada segurando o equipamento tensionador de aço.

Objecto de Conformidade	Equipamento Direto	Miras:	Visual	I	2	3	4	5	6
		Nível: 1	Visual	C	2	3	4	5	6
		Prumo de pião: 2	Visual	C	2	3	4	5	6
		Fio de prumo: 2	Visual	C	2	3	4	5	6
	Equipamento Indireto	Andaimes:	Visual	C	2	3	4	5	6
		Plataforma de Altura Regulável:	Visual	X	2	3	4	5	6
		Guincho: 1	Visual	C	2	3	4	5	6
		Gruas para transporte: 1	Visual	X	2	3	4	5	6

Fig.94- Preenchimento de Equipamentos FCC Teórica

Nos materiais a informação foi obtida junto dos operários que executavam o pano. A grande maioria dos materiais apresentados não era aplicável. No caso do traço da argamassa não foi possível corroborar a informação, uma vez que não se verificou a sua execução.

No caso desta parede a estrutura de travamento era inexistente, pelo que não foi colocada a informação do betão para esta função na FCC. Para a solidarização de entre os panos e a estrutura foram cravadas ferragens de 8 mm de diâmetro. A existência destes grampos foi verificada, bem como o intervalo que existe entre estas, ou seja, 3 fiadas. No caso dos materiais que iriam ser aplicados no fundo da caixa de ar os campos de verificação foram preenchidos com uma cruz por estes não serem aplicáveis. Já o traço da argamassa não foi possível de verificar.

Materiais	Betão (estrutura de travamento):	C — / —	X	2	3	4	5	6
	Grampos de solidarização dos panos:	Ajustáveis:	C	2	3	4	5	6
		Travamento e Reforço de Altura Ajustável:	X	2	3	4	5	6
		Travamento e Reforço para Ações Sísmicas:	X	2	3	4	5	6
	Ferragens de ligação à estrutura:	Segmento com Corte de Pontes Térmicas:	X	2	3	4	5	6
		Perfuração do Isolamento:	X	2	3	4	5	6
	Tubo de PVC:	Φ 8	C	2	3	4	5	6
	Tela Impermeável:		X	2	3	4	5	6
	Argamassa:	Traço 1 / 2 / 8	I	2	3	4	5	6

Fig.95- Preenchimento de Materiais FCC Teórica

O campo das observações foi preenchido tendo em conta as informações mais relevantes que foram surgindo aquando dos campos de verificação da mão de obra equipamento e materiais.

Observações:	<i>A água poderia ser aplicável, mas não o foi por não haver necessidade e por estar a suportar o equipamento tensionador de aço. O número de andaimes não foi verificado.</i>
---------------------	--

Fig.96- Preenchimento de Observações FCC Teórica

Feitas todas as verificações anteriores passa-se ao controlo das condições prévias, sem as quais o pano de parede de alvenaria não pode ser construído. Muitas delas não foram possíveis de verificar seja por falta de informação, necessidade de presença anteriormente na obra ou falta de meios para a verificação.

Superfície nivelada (2)	C	2	3	4	5	6
Superfície limpa e seca (1)	C	2	3	4	5	6
Molhagem dos tijolos / blocos (1)	C	2	3	4	5	6
Verificação dos alinhamentos dos elementos estruturais e correção das Anomalias da Estrutura (1)	I	2	3	4	5	6
Chapisco do betão da estrutura (3 dias antes) ou picagem deste (1)	I	2	3	4	5	6
Determinação das cotas das aberturas em tosco (1)	I	2	3	4	5	6
Marcação nos prumos das cotas das aberturas em toscos (1)	C	2	3	4	5	6
Marcação nos prumos das cotas das fiadas de alvenaria (1)	C	2	3	4	5	6

Fig.97- Preenchimento de Condições Prévias FCC Teórica

Só depois de tudo isto é possível verificar a execução do pano de parede. Por esta razão, todas as verificações anteriores deverão ser feitas antes do início da construção da parede.

Nas condições de execução foi possível verificar que a divisão por partes de execução, em fiadas ou outras partes, foi bastante vantajosa no preenchimento e consequente verificação da FCC. Muitos dos campos estão preenchidos como não sendo aplicáveis. Isto não aconteceria numa situação real em que as FCC fossem adaptadas ao pano a controlar. Exemplo disto são as caixas de estores bem como o fundo da caixa de ar e a estrutura de travamento.

	Execução do fundo da caixa de ar	Execução do fundo da caixa-de-ar em meia cana com argamassa (1)	X	2	3	4	5	6
		Instalação de tela de impermeabilização no fundo da caixa de ar (1)	X	2	3	4	5	6
		Instalação de tubos de PVC como dispositivos de drenagem (1)	X	2	3	4	5	6
	Até cota inferior das aberturas	Assentamento dos tijolos / blocos dos dois panos até altura (inferior) das janelas (1)	C	2	3	4	5	6
		Colocação dos grampos de solidarização entre panos (1)	C	2	3	4	5	6
		Verificação da existência de ferragens de ligação entre a estrutura e os panos (1)	C	2	3	4	5	6
		Remoção da argamassa em excesso após percussão com a colher no tijolo / bloco (1)	C	2	3	4	5	6
		Tapamento da furação dos tijolos ou blocos nos cunhais com argamassa hidrófuga (caso exista furação) (1)	X	2	3	4	5	6
		Verificação das cotas das aberturas em tosco (1)	I	2	3	4	5	6
		Verificação das condições das juntas verticais e horizontais (1);(7)	C	2	3	4	5	6
		Verificação da verticalidade e da horizontalidade dos dois panos (1)	C	2	3	4	5	6
		Colocação do isolamento (se existir) (1)	X	2	3	4	5	6

Fig.98- Preenchimento de Parte de Condições de Execução FCC Teórica

As condições posteriores foram também preenchidas. A única que figura nesta FCC não era aplicável por não se tratar de um dia de chuva.

		Cond. Posteriores:						
		Proteção da parede com filme de plástico após dia de trabalho em caso de a parede apanhar chuva (1)	X	2	3	4	5	6

Fig.99- Preenchimento de Condições de Posteriores FCC Teórica

Mais uma vez foi preenchido um campo de observações com as informações relevantes.

Observações:	Tapamento de furação não aplicável devido à inexistência de cunhais. Remates de peitoril e ombreiras não conformes → FCC NC (segundo esta FCC) Estrutura de travamento não aplicável por não existir Fundo de caixa de ar e sua limpeza não aplicáveis (parede interior) Chapisco não verificado (Tempo) por apenas estar presente no dia da execução.
--------------	--

Fig.100- Preenchimento de Observações FCC Teórica

A autenticação não foi feita. No entanto a relevância deste campo para a experimentação das FCC é inexistente. Seria bastante importante em casos reais.

Autenticação	Fiscal:	_____
	Director da Obra:	_____
	Director da Fiscalização:	_____
Notas: O preenchimento destes campos é feito pelos intervenientes respetivos. O preenchimento é feito com a assinatura de cada um deles.		

Fig.101- Preenchimento de Autenticação FCC Teórica

O preenchimento da FCC simplificada foi também feito para o mesmo pano de parede que a FCC teórica apresentada anteriormente. O seu preenchimento provou ser bastante mais simples e rápido, pelo que cumpriu a função para o qual foi produzido. O preenchimento está descrito em seguida apresentando as dificuldades e facilidades que advêm deste.

No cabeçalho não é introduzido nada de novo. Todo o preenchimento é semelhante salvo a referência do documento. Esta referência foi introduzida de maneira diferente da referência da FCC teórica uma vez que se tratam de dois tipos de documentos distintos.

Obra: <u>EGP - 001</u>	FICHA CONTROLO DE CONFORMIDADE (PROPOSTA) Paredes Duplas de Tijolo / Bloco
Ref: <u>FCCS - 001</u>	

Fig.102- Preenchimento de Cabeçalho FCC Simplificada

A parte da FCC relativa à informação foi também de simples preenchimento, não discriminando os intervenientes. Isto porque esta tarefa é feita com as assinaturas na parte final deste documento. A primeira informação é relativa ao número e local da parede. Primeiramente descreveu-se o tipo de parede e o seu local, tendo sido posteriormente colocada a referência da parede. Esta ordem não é obrigatória mas apresentou-se no local como a mais lógica.

Identificação da Parede Exterior	Nº e Local da Parede:	<u>Parede Interior Dupla - Piso 2. Edif. A. PI 36 A</u>		
	Elementos de Projeto:	<u>Não Fornecidos</u>		
Datas	Início:	<u>15/05/2013 11:30</u>	Fim:	<u>16/05/2013 11:05</u>

Fig.103- Preenchimento de Informação FCC Simplificada

Nesta mesma zona da FCC simplificada eram também necessários os elementos de projeto, mas como não foram fornecidos não foram colocados. As datas de início e de fim de tarefa foram também elas introduzidas e obviamente são iguais às colocadas na FCC teórica.

O tipo de tijolo ou bloco foi também colocado com relativa facilidade. Neste caso a informação é a mesma que na FCC teórica, sendo que apenas é necessário acrescentar o tipo de tijolo ou bloco em causa. A parede é de tijolo furado de 7 cm no pano interior e de tijolo furado de 11 cm no exterior.

		Tipo	Ref. Comercial	Dimensões
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano Interior	Tijolo:	<u>Furado</u>	<u>Não Fornecido</u>	<u>30/20/07</u>
	Bloco:			<u>1/1/1</u>
Tipo de Tijolo / Bloco do Pano Exterior	Tijolo:	<u>Furado</u>	<u>Não Fornecido</u>	<u>30/20/11</u>
	Bloco:			<u>1/1/1</u>

Fig.104- Preenchimento de Tipo de Tijolo ou Bloco FCC Simplificada

Em termos de controlo de materiais esta FCC revelou-se eficaz. Não sendo controlados os equipamentos nem a mão de obra revelou-se também mais simples e rápida. Estas verificações deveriam ser tidas em conta no método teórica, mas no simplificado não o são. Apenas se controla a execução por ser o que realmente importa À equipa de controlo de qualidade. Se a parede for bem executada considera-se que o empreiteiro recorreu a todos os meios necessários.

Os materiais colocados são os mesmos, mas a esta FCC é mais curta. Nos casos em que os materiais apresentados na FCC não forem aplicáveis é escrito à frente e é cortado o campo de verificação. Num caso real a FCC seria adaptada à parede que fosse ser controlada, mas no caso da aplicação prática em que a parede a ser controlada só foi escolhida na hora tal não foi possível.

Materiais	Betão (estrutura de travamento):	C= / =	Não Aplicável	C	NC
	Grampos: Tipo:	Ajustáveis Ajustáveis	Não Aplicável	X	NC
	Ferragens de ligação à estrutura:	φ 8		X	NC
	Tubos de PVC:	Não Aplicável		C	NC
	Tela Impermeável:	Não Aplicável		C	NC
	Argamassa:	Traço 1/2/8	nota	C	NC
Observações:	O traço da argamassa não foi verificado. Os campos de verificação cortados são referentes a tipos de material não aplicáveis à parede				

Fig.105- Preenchimento de Materiais Bloco FCC Simplificada

Nos casos em que não foi possível verificar as informações colocou-se nas observações. Estas informações estão visíveis por terem escrito “nota” junto a elas. Mais uma vez isto não sucederia em casos de aplicação reais.

Em seguida foram verificadas as condições prévias. No caso da FCC simplificada o conjunto de condições a verificar é bastante menor, uma vez que muitas das outras não têm grande impacto no produto final.

Condições Prévias:	
Superfície nivelada, limpa e seca	X NC
Correção das anomalias da estrutura e respetivo chapisco	nota C NC

Fig.106- Preenchimento de Condições Prévias FCC Simplificada

Nas condições de execução é que está a grande diferença. Umas tarefas foram controladas durante a execução e as outras apenas o foram no final desta. Cada um deste tipo de tarefas está discriminado na FCC facilitando assim o preenchimento desta. Nas verificações que devem ser levadas a cabo durante a execução da parede figuram as verificações dos grampos de ligação entre os panos e das ferragens de solidarização entre os panos e a estrutura. Mais uma vez existiam tarefas não aplicáveis, pelo que tal foi referido na FCC e os campos de verificação foram cortados.

Objecto de Conformidade	Tecnologia	Cond. Execução:			
Durante execução da parede		Verificação do fundo da caixa de ar	Não Aplicável	C	NC
		Verificação da existência dos tubos de PVC como dispositivos de drenagem	Não Aplicável	C	NC
		Verificação da colocação de isolamento	Não Aplicável	C	NC
		Verificação da existência de grampos de solidarização entre os panos		X	NC
		Verificação da ferragens de solidarização entre o pano e a estrutura		X	NC
		Verificação da colocação de padieiras		X	NC
		Verificação da colocação de caixas de estores	Não Aplic.	C	NC
		Verificação dos alinhamentos dos panos		X	NC
		Verificação dos remates de peitoris e ombreiras		C	NC
		No final da execução da parede		Verificação do tapamento da furação dos tijolos nos cunhais	Não Aplicável
Verificação do imbricamento dos tijolos / blocos nos cunhais	Não Aplicável			C	NC
Verificação da estrutura de travamento	Não Aplicável			C	NC
Verificação das condições das juntas verticais e horizontais				X	NC
Verificação das condições dos tijolos / blocos (nunca partidos)				X	NC
Verificação do largura das aberturas em tosco	nota			C	NC
Verificação da verticalidade e horizontalidade e do alinhamento finais				X	NC

Fig.106- Preenchimento de Condições Execução FCC Simplificada

Algumas das tarefas não eram aplicáveis ou eram impossíveis de observar tal como aconteceu na FCC teórica.

No campo de observações foram mais uma vez colocadas informações sobre as tarefas não aplicáveis e não observáveis.

Observações:	Colocação de padieiras não conforme (feitas em b.a.) → FCC NC Remates de ombreiras e peitoris não conformes → FCC NC As aberturas em tosco não foram verificadas por não haver meios nem informação.
--------------	--

Fig.106- Preenchimento de Observações FCC Simplificada

Nos campos de autentificação não se encontra qualquer informação, tal como acontece na FCC teórica.

O outro caso encontra-se em anexo, tratando-se de uma parede dupla interior para caixa de incêndios. Um dos panos da parede foi construído com bloco acústico de 20 cm, sendo este o pano que garante o bom comportamento da parede. O outro pano foi realizado recorrendo a tijolo furado de 11 cm, sendo que foi neste que se executou uma abertura para a caixa de incêndio. A referência da parede em questão é PI42A, estando esta situada no Piso 0 do mesmo edifício, ou seja, no edifício A. A caixa de ar tem uma espessura bastante alta uma vez que tem que acomodar as tubagens. A outra solução seria a abertura de roços, coisa que não foi feita. A grande diferença desta parede é que foi realizado em

primeiro lugar o pano de bloco acústico e só depois foi realizado o pano de tijolo furado. As FCC não foram aplicadas a este caso dado que foram feitas tendo em conta a execução de ambos os panos em simultâneo. No entanto foi possível realizar as mesmas verificações. Também neste caso não existe fundo de caixa-de-ar nem padieira, mas existe já estrutura de travamento.



Fig.107- Foto Parede PI42A

Os problemas nesta parede são os mesmos encontrados na 1ª. O betão para a estrutura de travamento estava presente, mas no entanto não foi possível verificar as suas características. Na informação foi colocado como conforme dado que, para além da receção do material ter sido já feita, a estrutura de travamento é também de menor importância que a restante estrutura. Isto por só necessitar de suportar o seu peso e o da alvenaria, sendo as restantes ações desprezáveis para este tipo de elementos.

7.2. ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE CONTROLO DE QUALIDADE

Tendo em conta os preenchimentos dos dois tipos de FCC é possível apresentar as vantagens e desvantagens de cada um. Para isso faz-se uma análise individual de cada um dos sistemas. A principal diferença entre estes dois sistemas são os documentos que garantem o controlo de qualidade na execução dos panos de alvenaria. No entanto também é necessário verificar as diferenças entre as FARM realizadas para os dois sistemas que, embora não tenham sido preenchidas, apresentam diferenças. As FARM não foram preenchidas pela simples razão de já não estarem a ser entregues alvenarias em obra numa fase em que estas estivessem completas.

A análise é feita separadamente numa fase inicial, sendo depois avaliados os sistemas em conjunto. Não entram nesta avaliação os documentos relativos a não conformidades e a alteração de tarefas, ou seja, não contam para a avaliação as FCCNC e as FACT.

7.2.1. APROVAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS

Na aprovação e receção de materiais a análise é complicada pelo facto de não se ter procedido ao preenchimento das FARM. No entanto foi possível conversar com profissionais do sector e obter opiniões acerca das vantagens e das desvantagens de ambos os métodos no que toca a estes documentos.

Em seguida são apresentados os principais pontos das FARM do sistema de controlo de qualidade teórico. Estes pontos são relativos a vantagens, desvantagens, oportunidades e riscos relativos aos documentos em questão.

Vantagens das FARM do método teórico:

- Estrutura clara;
- Maior número de características para aprovação;
- Quadro de atos, pois permite a utilização de uma FARM em vários momentos de receção;
- Clara distinção entre alvenarias com marcação CE e alvenarias sem marcação CE;
- Verificação das características da alvenaria na receção de unidades de alvenaria sem marcação CE, pois garante um controlo mais apertado aquando da receção de alvenarias;
- Melhor informação sobre transporte, armazenagem e integridade das alvenarias;
- Melhor organização da informação dos elementos de projeto;
- Notas esclarecedoras do preenchimento das FARM.

Desvantagens das FARM do método teórico:

- Verificação de um número de características demasiado elevado pode demorar mais tempo;
- Quadro de atos poderá trazer problemas pois pode ser confuso aquando da verificação das características mesmo depois da receção;
- Verificação das características da alvenaria na receção atrasa a entrada do material em obra;
- Diferenciação entre os dois tipos de FARM, com marcação CE e sem marcação CE, pode levar a uma má utilização destas.
- Tamanho e complexidade das FARM teóricas poderão levar a um descuido do responsável da equipa de controlo de qualidade pela receção de materiais.

Oportunidades trazidas e possíveis melhoramentos das FARM do método teórico:

- Generalização do controlo de aprovação e receção de materiais com a aplicação da estrutura das FARM a outros materiais ou equipamentos;
- Introdução de informação de legislação no campo da receção dos materiais;
- Discriminação dos meios de transporte e de descarga bem como das condições de armazenagem das alvenarias;
- Colocação de foto ou imagem da alvenaria a aprovar e a rececionar para melhor identificação.

Risco e partes a eliminar das FARM do método teórico:

- Risco de os meios de transporte e de descarga, bem como as condições de armazenagem não serem os convenientes.

Em seguida são apresentadas as vantagens e desvantagens das FARM simplificadas.

Vantagens das FARM do método simplificado:

- Estrutura clara;
- Maior rapidez de aprovação devido a menor número de características da alvenaria;
- Claridade do preenchimento e consulta por só se fazer uma receção com cada FARM;
- Descomplicação do processo de receção por só haver um tipo de FARM;
- Rapidez de aplicação das FARM o que permite a utilização do tempo para outras tarefas;
- Fácil verificação do transporte, armazenagem e integridade da alvenaria, uma vez que só se precisa de garantir que no final não é ultrapassado um certo valor de dano.

Desvantagens das FARM do método simplificado:

- Falta de verificação de alguns elementos pode trazer problemas;

- Maior número de FARM a utilizar por falta de quadro de atos;
- Falta de verificação das características na receção pode trazer problemas futuramente;
- Elementos de projeto com menor relevo e necessidade, o que poderá levar a dificuldades de consulta no caso de existirem problemas posteriores;
- Fácil verificação do transporte, armazenagem e integridade da alvenaria, uma vez que só se precisa de garantir que no final não é ultrapassado um certo valor de dano.

Oportunidades trazidas e possíveis melhoramentos das FARM do método teórico:

- Generalização do controlo de aprovação e receção de materiais com a aplicação da estrutura das FARM a outros materiais ou equipamentos;
- Discriminação condições de armazenagem das alvenarias.

Risco e partes a eliminar das FARM do método teórico:

- Risco de receção de materiais inadequados por falta de verificação da totalidade das características;
- Risco de os meios de transporte e de descarga, bem como as condições de armazenagem não serem os convenientes.

7.2.2. CONTROLO DE EXECUÇÃO DE PANOS DE ALVENARIA

Este é o ponto mais discordante entre os dois sistemas de controlo de qualidade apresentados neste trabalho. Isto porque não se altera apenas a forma de uma FCC para a outra. Muda-se também a filosofia de controlo. De facto as FCC simplificadas são instrumentos que facilitam a tarefa da equipa de controlo de qualidade uma vez que permite que o número de procedimentos a verificar durante a execução do pano seja muito reduzido, sendo que os restantes podem ser verificados posteriormente.

Tal como para a aprovação e receção de materiais a comparação é feita tendo em conta as vantagens, desvantagens, oportunidades e riscos dos documentos dos dois sistemas de controlo de qualidade.

Vantagens das FCC do método teórico:

- Estrutura clara;
- Clara verificação dos intervenientes na construção;
- Base de dados de tipos de alvenaria aplicáveis a cada tipo de pano para facilitar a escolha antes da impressão;
- Melhor organização da informação dos elementos de projeto;
- Quadro de atos, pois permite a utilização de uma FCC em vários panos da mesma natureza;
- Discriminação das aberturas em tosco;
- Controlo da mão de obra e de equipamentos, o que restringe o número de possíveis problemas;
- Maior número de condições prévias, o que garante que o pano de alvenaria será executado em condições ideais;
- Maior atenção aos processos que são repetidos ao longo da execução do pano;
- Condições de execução descritas na mesma forma de base de dados, o que permite que nada seja deixado ao acaso durante a execução e garante um controlo de qualidade mais rigoroso;
- Organização das FCC garante um fácil preenchimento e uma consulta mais rápida;
- Notas esclarecedoras do preenchimento das FCC.

Desvantagens das FCC do método teórico:

- Processo de preenchimento demasiado moroso, o que dificulta a tarefa do elemento da equipa de controlo de qualidade no caso de necessitar de verificar outras tarefas;
- Quadro de atos pode trazer confusão no preenchimento devido ao elevado número de campos existentes;
- Possível confusão de panos por existirem vários a ser controlados simultaneamente numa FCC;
- Tarefas repetitivas e tarefas que poderiam ser verificadas posteriormente ocupam tempo ao elemento da equipa de controlo de qualidade, tempo que poderia ser utilizado para outras tarefas.

Oportunidades trazidas e possíveis melhoramentos das FCC do método teórico:

- Generalização do controlo de execução de elementos construtivos com a aplicação da estrutura das FCC a outros elementos construtivos;
- Introdução de aplicação do quadro de atos na selecção do tipo de tijolo ou bloco para que uma mesma FCC possa ser aplicada a panos que não seja da mesma natureza em termos de material;
- Colocação de fotos ou imagens de exemplos de partes do pano de alvenaria que permitam verificar o aspeto final e o modo de execução.

Risco e partes a eliminar das FCC do método teórico:

- Risco de mau preenchimento de materiais ou equipamentos por não ser bem visível em obra ou por estarem presentes no início e não estarem durante a execução.

Em seguida são apresentadas as vantagens e desvantagens das FARM simplificadas.

Vantagens das FCC do método simplificado:

- Estrutura clara;
- Maior rapidez de aplicação das FCC;
- Falta de controlo de mão de obra e equipamentos retira verificações que dariam bastante trabalho ao elemento da equipa de controlo de qualidade;
- Possibilidade de controlar algumas tarefas após a execução, eliminando assim repetições de verificações;
- Menor número de verificações necessárias nas condições prévias, acelerando o processo de preenchimento;
- Inexistência de condições posteriores garantem que o elemento de equipa de controlo de qualidade responsável pelo controlo de execução não terá trabalho adicional após a conclusão do pano.

Desvantagens das FCC do método simplificado:

- Falta de verificação de mão de obra e equipamentos pode trazer problemas;
- Falta de verificação de algumas tarefas pode trazer problemas para o pano de alvenaria;
- Não verificação de processos repetitivos pode levar a que estes nem sempre sejam executados;
- Inexistência de quadro de atos leva a um maior número de documentos deste género;
- Falta de verificação das características na receção pode trazer problemas futuramente;
- Elementos de projeto com menor relevo e necessidade, o que poderá levar a dificuldades de consulta no caso de existirem problemas posteriores.

Oportunidades trazidas e possíveis melhoramentos das FCC do método teórico:

- Generalização do controlo de execução de elementos construtivos com a aplicação da estrutura das FCC a outros materiais ou equipamentos.

Risco e partes a eliminar das FARM do método teórico:

- Risco de má execução por não haver um controlo continuado da execução do pano.

Nas oportunidades não se colocou demasiados pontos a melhor para manter o método o mais simplificado possível, tal como acontece na aprovação e receção de alvenarias.

7.2.3. ANÁLISE GENERALIZADA ENTRE OS SISTEMAS DE CONTROLO DE QUALIDADE

Este subcapítulo visa realizar uma comparação entre os sistemas no seu todo sem entrar em comparações dos seus documentos. Essas comparações já foram feitas e, obviamente, a análise levada a cabo em seguida depende destas. A análise é apresentada de forma distinta dos dois subcapítulos anteriores. No fundo é uma conclusão da comparação destes sistemas e aborda todos os pontos que estes englobam.

O sistema de controlo de qualidade apresentado como teórico é bastante mais completo e, por isso, o que deveria ser utilizado por parte das equipas de controlo de qualidade. As vantagens deste sistema começam desde logo na aprovação de material, sendo alvo de aprovação um grande conjunto de características que devem fazer parte das alvenarias. Mesmo que nem todas sejam aplicadas, é nestes sistemas feito um vasto leque de verificações. No controlo de execução este sistema é uma mais valia para as equipas de controlo de qualidade uma vez que permite uma verificação completa de mão de obra, materiais e equipamentos. Em relação à execução, este sistema apresenta um conjunto de características que garantem um controlo eficaz e rigoroso de todas as tarefas. De facto, as condições de execução são apresentadas sob a forma de uma cronologia de procedimentos. Todas as verificações são, normalmente, levadas a cabo durante a execução do pano de alvenaria. Isto salvo as ocasiões em que se realiza o preenchimento da FCC tendo em conta as tarefas marcadas como de verificação essencial durante a execução, sendo as restantes verificadas após essa mesma execução. Não se deve esquecer que isto só deve ser feito em casos de extrema necessidade, sendo anotadas as razões para tal. Outra das vantagens deste método é que a existência de um quadro de atos nos documentos de verificação permite que sejam necessários menos documentos. Desta forma os arquivos da equipa de controlo de qualidade são bastante mais organizados e de mais fácil consulta.

O sistema de controlo de qualidade simplificado prima sobretudo pela facilidade e rapidez de aplicação. Há que ter em conta que este sistema não tem uma eficácia de controlo tão alta como o sistema teórico, mas no entanto permite que seja efetuado um controlo que abrange as principais características dos panos. Estas particularidades do sistema simplificado advêm do facto de as equipas de controlo de qualidade, na maioria das vezes, não utilizarem quaisquer tipo de ferramentas para garantir o controlo de qualidade dos panos de alvenaria. Mesmo quando são utilizadas ferramentas estas não são normalmente adequadas. Tal como dito anteriormente, aquando da apresentação do sistema de controlo de qualidade simplificado, deve-se sempre assegurar um controlo de execução dos panos de alvenaria. Este sistema foi elaborado tendo em conta os casos em que o controlo é desadequado por várias razões. Ao ser simples e rápido, as equipas de controlo de qualidade só têm vantagens em aplicá-lo. Isto porque os panos de alvenaria dão bastantes problemas que requerem mais tempo destas equipas.

Como análise final pode afirmar-se que o melhor método é o teórico e que este deveria ser sempre aplicado. Obviamente que não é necessário serem os documentos apresentados, podendo ser utilizados

documentos com outra forma ou estrutura. No entanto estes documentos devem prever todas as verificações necessárias para os diversos momentos de controlo. Já o método simplificado deve ser visto como uma abordagem mais ligeira ao controlo, não só de alvenarias mas também a outros elementos abordados pelo mesmo. O facto de ser uma abordagem simplificada não leva a que este sistema de controlo de qualidade seja menos válido que o sistema de controlo de qualidade teórico. Deve ser tomado em linha de conta como uma alternativa para todas as equipas de controlo de qualidade que não tenham um sistema de controlo de qualidade que tenha ferramentas adequadas ao controlo de execução dos mais diversos elementos. Este sistema garante que a redução de erros é bastante grande. Obviamente que não é tão eficaz como o sistema teórico, mas ainda assim bastante bom.

8

Conclusões

8.1. RETROSPETIVA

Este trabalho incidiu sobre o controlo de qualidade de alvenarias. Para isso foi necessário compreender a estrutura de uma equipa de controlo de qualidade e os mecanismos que esta dispõe para garantir o correto funcionamento da obra. Grande parte dos conhecimentos haviam já sido adquiridos, mas outros foram-no durante a realização deste trabalho de tese. O sistema de controlo de qualidade apresentado neste trabalho e que deve ser utilizados pelas equipas de controlo de qualidade são referentes a todos os momentos de controlo. Esses momentos foram estudados, bem como as necessidades das equipas de controlo de qualidade nesses mesmos momentos. No entanto não se definiu a estrutura das equipas, porque estas podem ser de diversos tipos. O que se fez foi elaborar um conjunto de ferramentas que pudessem ser utilizadas por qualquer tipo de equipa. Para isto foi elaborado um método o mais completo possível. No entanto, através de várias visitas a empreendimentos constatou-se que o controlo feito pelas equipas de controlo de qualidade não era adequado, sendo algumas até inexistente. Isto levou à execução de outro sistema de controlo de qualidade, desta feita mais simples. O objetivo era garantir que toda e qualquer equipa de controlo de qualidade poderia implementar um sistema de controlo de qualidade completo. Para isso foram feitas alterações aos documentos já elaborados, ou seja, ao sistema teórico. A estrutura dos documentos simplificados manteve-se o mais aproximada possível da dos documentos teóricos. Esta alteração teve em linha de conta as possíveis razões pelas quais as equipas de controlo de qualidade não aplicavam o sistema de controlo de qualidade, ou pelo menos parte dele. Chegando-se à conclusão de que a falta de tempo derivada do insuficiente número de elementos destas equipas era a razão primordial para que tal acontecesse. A solução encontrada foi garantir que os documentos eram mais rápidos e diretos de aplicar, principalmente no controlo de execução, momento em que se encontrou um maior número de falhas na implementação do sistema de controlo de qualidade.

8.2. CONCLUSÕES FINAIS

Foi possível concluir que as alvenarias são um componente de grande importância na construção. Verificou-se ainda o fraco controlo da execução de panos de alvenaria, o que não é de todo bom para os respetivos empreendimentos. Os sistemas de controlo de qualidade apresentados revelam-se uma mais valia após a análise do preenchimento realizado. Ambos os métodos apresentam as suas vantagens, mas cada um deles tem os seus pontos fortes e fracos. Conclui-se que o método teórico deveria ser sempre utilizado, mas que o método simplificado era igualmente válido embora não tão completo. O método simplificado acaba por cumprir as funções para as quais foi realizado, ou seja, ser muito mais rápido que o método teórico e, além disso, garante um controlo eficaz. Desde que providas

de um ou outro método, as equipas de controlo de qualidade devem ser capazes de controlar a execução de panos de alvenaria.

8.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Deste trabalho podem partir outros que desenvolvam este tema ou lhe introduzam alterações. Do ponto de vista de desenvolvimento do trabalho efetuado nesta tese existem:

- Elaboração da base de dados de outros elementos construtivos;
- Aplicação de ambos os métodos a outros elementos construtivos;
- Elaboração de estudo junto de equipas de controlo de qualidade que evidencie os problemas da falta de controlo de qualidade e questionários para verificar as necessidades do mercado.

Em termos de alvenarias pode proceder-se a uma análise de riscos que verifique que as alvenarias são de facto um componente com uma enorme relevância na construção e que sem controlo podem existir muitos problemas.

Outra possibilidade, mas com um grau de dificuldade mais elevado e que necessitaria de mais tempo seria a elaboração de um *software* que permitisse a realização de documentos de controlo de conformidade em suporte digital, tal como telemóveis inteligentes e *tablets*. Por ser fora da área de engenharia civil, talvez fosse interessante realizar um trabalho de tese em conjunto com um estudante de informática.

Bibliografia

- [1] <http://qic2006.inec.pt/>. 26-02-2013
- [2] <http://asq.org/qic/display-item/?item=3248>. 27-02-2013
- [3] Lei nº31/2009 de 3 de Julho. Diário da República
- [4] Decreto-Lei nº59/99 de 2 de Março. Diário da República
- [5] Lousinha, A. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Plano de Controlo de Conformidade para a Atividade de Betonagem de Elementos Estruturais*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2008
- [6] Borges, A. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Coberturas*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2008
- [7] Pinto, Â. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Chaminés*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2011
- [8] Claro, C. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Estruturas Metálicas*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009
- [9] Peixoto, M. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Fachadas*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2008
- [10] Oliveira, N. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade em Instalação de Pré-Esforço de Torres de Aerogeradores*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010
- [11] Alves, X. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade em Instalações Hidráulicas de Edifícios*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010
- [12] Cardoso, T. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Instalações de Redes de Gás*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2011
- [13] Freitas, R. *Metodologia dos Processos de Fiscalização – Redes Públicas Hidráulicas*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009
- [14] Rodrigues, J. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Revestimento Exterior*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010
- [15] Dantas, D. *Metodologia dos Processos de Fiscalização – Revestimentos Cerâmicos*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009

- [16] Mateus, I. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de tetos Falsos*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010
- [17] Rosas, J. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Vãos Exteriores*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2008
- [18] Borlido, R. *Metodologia da Fiscalização de Obras – Planos de Controlo de Conformidade de Vãos Interiores*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2011
- [19] Silva, A. *Gestão de Empreendimentos na Ótica da Entidade Fiscalizadora*, Dissertação de Mestrado, IST, 2010
- [20] The American Ceramic Society, *Journal of the American Ceramic Society*, Westerville, 1999
- [21] <http://www.15ibmac.com/home/>. 05-03-2013
- [22] Mascarenhas, J. *Sistemas de Construção – II Paredes*, Livros Horizonte, Lisboa, 2010
- [23] Mascarenhas, J. *Sistemas de Construção – III Paredes*, Livros Horizonte, Lisboa, 2010
- [24] Associação Portuguesa da Indústria de, Cerâmica; Centro Tecnológico da Cerâmica e do, Vidro; Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Departamento de Engenharia, Civil, *Manual de alvenaria de tijolo*, APICER, Coimbra, 2000
- [25] Lourenço, P., Sousa, H. *Paredes de alvenaria Situação actual e novas tecnologias Livro de actas*, Fundação Dr. A. Cupertino de Miranda, Porto, 2002
- [26] Kreh, R. *Building with Masonry*, The Taunton Press, Inc., Newton, 1998
- [27] Fernandes, A., Rodrigues, C., *Estudo normativo dos formatos de tijolos de barro vermelho para alvenaria*, LNEC, Lisboa, 1966
- [28] Fernandes, A., Rodrigues, C., *Tijolos de Barro Vermelho para Alvenaria: formatos*, LNEC, Lisboa, 1964
- [29] Norme française homologuée, *NF DTU 20.1*, França, 2008
- [30] Eurocódigo 6 – Projeto de Estruturas de Alvenaria
- [31] Standard, British - *BS 4778: Glossary of terms used in quality assurance (including reliability and maintainability)*. British Standards Institution, London. 1990
- [32] <http://www1.ipq.pt/PT/SPQ/Pages/SPQ.aspx>. 24-02-2013
- [33] <http://www.ipac.pt/ipac/funciao.asp#O que é a Acreditação?>. 25-02-2013
- [34] Costa, J. *Definição de Qualidade*, Aparentamentos da cadeira de Qualidade na Construção, FEUP, 2012
- [35] <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/single-market-goods/cemarking/downloads/ce-marking-logo.jpg>. 01-03-2013
- [36] Regulamento (UE) Nº 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de Março de 2011
- [37] Diretiva 88/106/CEE do Conselho de 21 de Dezembro de 1988

- [38] Portugal. Instituto Português da, Q. *Sistemas de gestão da qualidade fundamentos e vocabulário NP EN ISO 9000*, IPQ, Caparica, 2005
- [39] Portugal. Instituto Português da, Q. *Sistemas de gestão da qualidade requisitos NP EN ISO 9001*, IPQ, Caparica, 2010
- [40] Portugal. Instituto Português da, Q. *Sistemas de gestão da qualidade linhas de orientação para melhoria de desempenho NP EN ISO 9004*, IPQ, Caparica, 2000
- [41] Decreto-Lei nº 310/90 de 1 de Outubro. Diário da Republica
- [42] Rodrigues, R. *Metodologia de Fiscalização de Obras*, Apontamentos da disciplina de Fiscalização de Obras, FEUP, 2012
- [43] NP 80 (1964) *Tijolos para alvenaria. Características e ensaios*, IGPAI, Lisboa, 1975
- [44] NP 834 (1971) *Tijolos de barro vermelho para alvenaria. Formatos*, IGPAI; Lisboa, 1974
- [45] NP 771-1:2006 *Especificações para unidades de alvenaria Parte 1: unidades cerâmicas (tijolos cerâmicos)*, IPC, Lisboa, 2006
- [46] NP 771-2:2010 *Especificações para unidades de alvenaria. Parte 2: unidades silico-calcárias (blocos silico-calcários)*, IPC, Lisboa, 2010
- [47] NP 771-3:2010 *Especificações para unidades de alvenaria Parte 3: unidades de betão de agregados (blocos de betão de agregados correntes e leves)*, IPC, Lisboa, 2010
- [48] NP EN 771-4:2010 *Especificações para unidades de alvenaria Parte 4: unidades de betão celular autoclavado (blocos de betão celular autoclavado)*, IPC, Lisboa, 2010
- [49] NP EN 771-5:2010 *Especificações para unidades de alvenaria Parte 5: blocos de pedra reconstituída*, IPC, Lisboa, 2010
- [50] NP EN 771-6:2007 *Especificações para unidades de alvenaria Parte 6 unidades de alvenaria em pedra natural*, IPC, Lisboa, 2007
- [51] NP EN 772-1:2002 *Métodos de ensaio de blocos de alvenaria Parte 1: Determinação da resistência à compressão*, IPC, Lisboa, 2002
- [52] NP EN 772-3:2002 *Métodos de ensaio de blocos para alvenaria Parte 3: Determinação do volume líquido e da percentagem de furação em elementos cerâmicos para alvenaria por pesagem hidrostática*, IPC, Lisboa, 2002
- [53] NP EN 772-5: 2007 *Métodos de ensaio para unidades de alvenaria Parte 5: Determinação do teor de sais solúveis activos de tijolos cerâmicos para alvenaria*, IPC, Lisboa, 2007
- [54] NP EN 772-7:2000 *Métodos de ensaio de blocos para alvenaria Parte 7: Determinação da absorção de água em água fervente de elementos cerâmicos para alvenaria*, IPC, Lisboa, 2000
- [55] NP EN 772-11:2002 *Métodos de ensaio de blocos para alvenaria Parte 11: Determinação da absorção de água por capilaridade de blocos para alvenaria de betão de agregados, de betão “face à vista” e de pedra natural, e da taxa de absorção inicial de água de blocos cerâmicos*, IPC, Lisboa, 2002

- [56] NP EN 772-13:2002 *Métodos de ensaio de blocos para alvenaria Parte 13: Determinação da massa volúmica e da massa volúmica aparente seca de blocos para alvenaria (excepto blocos de pedra natural)*, IPC, Lisboa, 2002
- [57] NP EN 772-16:2002 *Métodos de ensaio de blocos para alvenaria Parte 16: Determinação das dimensões*, IPC, Lisboa, 2002
- [58] EN 772-19:2000 *Methods of test for masonry units Part 19: Determination of moisture expansion of large horizontally perforated clay masonry units*, CEN, Bruxelas, 2000
- [59] EN 772-22:2005 *Methods of test for masonry units Part 22: Determination of freeze/thaw resistance of clay masonry units*, CEN, Bruxelas, 2005
- [60] NP EN 1052-1:2002 *Método de ensaio para alvenaria Parte 1: Determinação da resistência à compressão*, IPC, Lisboa, 2002
- [61] NP EN 1052-2:2002 *Métodos de ensaio para alvenaria Parte 2: Determinação da resistência à flexão*, IPC, Lisboa, 2002
- [62] NP EN 1052-3:2005 *Métodos de ensaio de para alvenaria Parte 3: Determinação da resistência inicial ao corte*, IPC, Lisboa, 2005
- [63] NP EN 1052-4:2002 *Métodos de ensaio para alvenaria Parte 4: Determinação da resistência ao corte de alvenarias com membrana de corte de capilaridade*, IPC, Lisboa, 2002
- [64] NP EN 1745: 2005 *Alvenarias e elementos de alvenaria. Métodos para determinação de valores térmicos de cálculo*, IPC, Lisboa, 2005
- [65] NP EN 1936: 2008 *Método de ensaio para pedra natural determinação das massas volúmicas real e aparente e das porosidades total e aberta*, IPC, Lisboa, 2008
- [66] NP EN 12371: 2006 *Métodos de ensaio para pedra natural determinação da resistência ao gelo*, IPC, Lisboa, 2006
- [67] NP EN 12372: 2008 *Métodos de ensaio para pedra natural determinação da resistência à flexão sob carga centrada*, IPC, Lisboa, 2008
- [68] NP EN 12407: 2008 *Métodos de ensaio para pedra natural estudo petrográfico*, IPC, Lisboa, 2008
- [69] NP EN 13373:2006 *Métodos de ensaio para pedra natural determinação das características geométricas de elementos em pedra*, IPC, Lisboa, 2006
- [70] NP EN 13501-1:2004 *Classificação do desempenho face ao fogo de produtos e de elementos de construção. Parte 1: Classificação utilizando resultados de ensaios de reacção ao fogo*, IPC, Lisboa, 2004
- [71] EN ISO 12572:2001 *Hygrothermal performance of building materials and products -- Determination of water vapour transmission properties*, CEN, Bruxelas, 2001
- [72] NP EN 13755: 2008 *Métodos de ensaio para pedra natural determinação da absorção de água à pressão atmosférica*, IPC, Lisboa, 2008
- [73] <http://construdeia.com/tijolo-furado/>. 02-04-2013

- [74] <http://www.kloosterwaard.nl/basics/groningen>. 02-04-2013
- [75] <http://www.brasiledinheiro.com/utl/2012/07/12/tijolo-refratario-dimensoes-medidas.html>. 03-04-2013
- [76] http://www.davidnuno.com/produtos/produto_detalhe.aspx?codigo=11515150. 03-04-2013
- [77] <http://www.preceram.pt/termico.php>. 03-04-2013
- [78] <http://meloalvenaria.com.br/plus/modulos/conteudo/?tac=publicacoes>. 03-04-2013
- [79] <http://www.heliotrope-yoga-holidays.com/yoga-prop.html>. 04-04-2013
- [80] http://www.bimbon.com.br/produto/kobe_bloco_de_vidro_translucido_duplo_ondulado_19x19cm. 04-04-2013
- [81] <http://www.nuno-cruz.com/info.php?identif=497>. 04-04-2013
- [82] <http://www.artebel.pt/?page=produto&idCategoria=1&idProduto=24&action=dadostecnicos>. 05-04-2013
- [83] <http://gesso1.comunidades.net/index.php?pagina=1304171080>. 05-04-2013
- [84] <http://www.taqi.com.br/produto/tijolos/tijolo-bloco-celular-autoclavado/081828>. 07-04-2013
- [85] <http://casa.abril.com.br/materia/conheca-os-segredos-da-alvenaria-estrutural>. 07-04-2013
- [86] <http://casa.abril.com.br/materia/por-que-construir-com-blocos>. 07-04-2013
- [87] <http://www.granitos-jrg.com/perpianho-cid-15.html>. 08-04-2013
- [88] http://1.bp.blogspot.com/_hdr4axZQdUw/Tf_JACECUSI/AAAAAAAAA7Q/Vs76fzH9hDY/s1600/IMG_0226.jpg. 08-04-2013
- [89] <http://www.focallgroup.com.br/detalhes-servico.php.id=10511>. 09-04-2013
- [90] Martins, J *Alvenarias. Condições técnicas de execução*, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2009
- [91] <http://construdeia.com/muro/>. 11-04-2013
- [92] eaobras.com.br/servicos.php. 09-04-2013
- [93] <http://ccidaleal.blogspot.pt/2010/03/o-muro.html>. 11-04-2013
- [94] <http://trasterrabahia.com.br/galeria.php?id=12&pag=2&pgc=2&idf=56>. 12-04-2013
- [95] <http://proyectos.habitissimo.es/proyecto/bustos-e-hijos-muros-mamposteria-carretera-competa>. 11-04-2013
- [96] http://santacombadavilarica.blogspot.pt/2011_03_01_archive.html. 12-04-2013
- [97] http://www.brasil.geradordeprecos.info/obra_nova/Fachadas/Ventiladas/Pano_interior_para_revestir/FAR020_Pano_interior_de_fachada_ventilada_.html 14-04-2013
- [98] <http://www.itecons.uc.pt/catalogoptl/index.php?module=nivf&id=427> 14-04-2013

[99] Colen, I., Correia, J., Almeida, N., Gonçalves, A. *Processo Construtivo de Paredes de Alvenaria*, IST, Lisboa, 2012

[100] http://www.cacinheiraconstrucoes.pt/home/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=72. 15-04-2013

Anexos

A1

Fichas de Aprovação e Receção de Matérias (Método Teórico)

FARM com Marcação CE	FARM com CE	(Em CD)
FARM sem Marcação CE	FARM sem CE	(Em CD)

A2

Fichas de Aprovação e Receção de Materiais (Método Simplificado)

FARM simplificada	FARM simplificada	(Em CD)
-------------------	-------------------	---------

A3

Fichas de Controlo de Conformidade (Método Teórico)

FCC Parede Simples/Bloco	FCC paredes simples final	(Em CD)
FCC Parede Simples de Tijolo/Bloco Não Maciço Armada	FCC paredes simples de tijolo ou bloco não maciço armadas	(Em CD)
FCC Parede Simples de Tijolo/Bloco Não Maciço Armada	FCC paredes simples de tijolo ou bloco não maciço armadas	(Em CD)
FCC Paredes Simples de Tijolos/Blocos Maciços Armadas	FCC paredes simples de tijolo ou bloco maciço armadas	(Em CD)
FCC Paredes Simples de Pedra	FCC paredes simples de pedra final	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Tijolo / Bloco	FCC paredes duplas final	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Pedra e Outro	FCC paredes duplas de pedra e outro final	(Em CD)
FCC Muros Exteriores em Tijolo/Bloco Não Maciço	FCC muros exteriores de tijolo ou bloco não maciços final	(Em CD)
FCC Muros Exteriores em Tijolo/Blocos Maciços	FCC muros exteriores de tijolo ou bloco maciço final	(Em CD)
FCC Muros Exteriores em Bloco de Pedra	FCC muros exteriores de bloco de pedra	(Em CD)
FCC Muros de Contenção	FCC muros de contenção em alvenaria de pedra	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Tijolo / Bloco (Preenchida)	T1	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Tijolo / Bloco (Preenchida)	T2	(Em CD)

A4

Fichas de Controlo de Conformidade (Método Simplificado)

FCC Paredes Simples de Tijolo/ Bloco	Simplificada FCC paredes simples	(Em CD)
FCC Parede Simples de Tijolo/Bloco Não Maciço Armada	Simplificada FCC paredes simples de tijolo ou bloco não maciço armadas	(Em CD)
FCC Paredes Simples de Tijolos/ Blocos Maciços Armadas	Simplificada FCC paredes simples de tijolo maciço armadas	(Em CD)
FCC Paredes Simples de Pedra	Simplificada FCC paredes simples de Pedra	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Tijolo / Bloco	Simplificada FCC paredes duplas	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Pedra e Outro	Simplificada FCC paredes duplas de pedra e outro	(Em CD)
FCC Muros Exteriores em Tijolo/Bloco Não Maciço	Simplificada FCC muros exteriores de tijolo ou bloco não maciços	(Em CD)
FCC Muros Exteriores em Tijolo/ Blocos Maciços	Simplificada FCC muros exteriores de tijolo ou bloco maciço	(Em CD)
FCC Muros Exteriores em Bloco de Pedra	Simplificada FCC muros exteriores de pedra	(Em CD)
FCC Muros de Contenção	Simplificada FCC muros de contenção em alvenaria de pedra	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Tijolo / Bloco (Preenchida)	S1	(Em CD)
FCC Paredes Duplas de Tijolo / Bloco (Preenchida)	S2	(Em CD)

A5

Fichas de Controlo e Correção de Não Conformidade (Método Simplificado)

FCCNC	FCCNC	(Em CD)
-------	-------	---------

A6

Fichas de Alteração de Componentes ou Tarefas

FACT	FACT	(Em CD)
------	------	---------